

Impact environnemental de la collecte de bois de chauffe pour la production d'huile essentielle de girofle dans le district de Fénérive-Est, Madagascar

Clara Rougier *1, Eric Penot *2, Pascal Danthu *3, Michel Jahiel *4

*1 SupAgro/Montellier, *2 UMR Innovation, *3 CIRAD DR Madagascar et *4 CTHT.

Introduction

Cette étude est supervisée par le CIRAD (Centre de coopération internationale de la recherche agronomique pour le développement) en partenariat avec le FIDA (Fonds International de Développement Agricole) au sein du projet AFS4FOOD financé par l'Union Européenne et effectif depuis 2012 jusqu'à Septembre 2015. Ce projet vise à améliorer la sécurité alimentaire des ménages ruraux via une meilleure synergie entre cultures vivrières et cultures de rente. Dans le cas de Madagascar, il s'agit d'améliorer les systèmes agricoles à base de girofliers. Le relais technique local est assuré par le CTHT (Centre Technique Horticole de Tamatave), organisme œuvrant pour le développement des filières d'exportation et agissant en tant qu'agent de contrôle qualité pour certains produits exportés. Cette étude s'inscrit dans une logique de continuité et de complémentarité d'acquisition de connaissances sur la filière girofle dans le district de Fénérive-Est. La présente étude vient particulièrement en approfondissement des conclusions de l'analyse technico-économique de la filière amont de production d'huile essentielle de girofle effectuée en 2014 par Radios Simanjuntak.

Madagascar est un pays insulaire d'Afrique un peu plus grand que la France, classé 5^e pays le plus pauvre du monde en 2014. Ses 22 millions d'habitants composent une population à 90% rurale dont les activités liées à l'agriculture et l'élevage constituent la principale source de revenus. C'est un pays caractérisé par une très forte disparité climatique et topographique engendrant des écosystèmes profondément différents d'une région à l'autre.

La côte est malgache se distingue par un climat de type tropical chaud et humide propice à la culture d'une multitude d'espèces tropicales. Le litchi, la vanille et le girofle sont aujourd'hui les principales cultures de rente de la côte Est et constituent à elles trois près de 13% de la valeur des exportations totales malgaches en 2013 (*Gouzien, 2015*). Introduit au cours du XX^e siècle à Madagascar par des colons européens, le giroflier est aujourd'hui cultivé sur toute la côte est, particulièrement dans les régions de Fénérive-Est, Mananara et Soanierana-Ivongo (*Schneider & Thierry, 2007*). Le giroflier est à l'origine de deux produits : le clou de girofle et l'huile essentielle de girofle produite par distillation des feuilles de giroflier. Les revenus issus de la vente de ces deux produits composent plus de 60% des revenus des paysans du district de Fénérive-Est (*Fourcin, 2014*). Le maintien de la sécurité alimentaire des paysans de la côte est est donc tributaire de la bonne marche du secteur girofle.

La distillation d'essence de girofle est effectuée dans un alambic traditionnel et nécessite du bois de chauffe pour alimenter la combustion nécessaire au processus. D'après l'étude de Simanjuntak (2014) sur la filière huile essentielle de girofle, il semblerait que la ressource en bois de chauffe nécessaire à l'activité de distillation se fasse de plus en plus rare depuis quelques années. Dans un contexte international actuel favorable à l'essor de la production d'essence de girofle, l'enjeu de développement relié à la filière huile essentielle de girofle nécessite de s'intéresser aux conditions de sa durabilité. Une étude sur les modalités de gestion et d'usage du bois de chauffe pour la distillation d'huile du girofle semble donc nécessaire afin de déterminer si le potentiel déclin de la ressource bois de chauffe pourrait être préjudiciable au maintien de la filière.

1 Contexte de l'étude et problématique

Le bois de chauffe est aujourd'hui la source d'énergie largement majoritaire dans le district de Fénérive-Est. Consommé sous forme de charbon ou de bûches, il est aujourd'hui le combustible exclusif pour la cuisson des aliments et pour la distillation d'huile essentielle de girofle.

A Madagascar, le giroflier est à l'origine de deux produits : le clou de girofle et l'huile essentielle de girofle obtenue par distillation des feuilles de giroflier :

- Les clous sont les boutons floraux cueillis avant leur épanouissement puis séchés. Ils sont récoltés d'octobre à décembre. Le clou présente une très forte irrégularité de production interannuelle. Un giroflier peut produire annuellement entre 10 à 30 kg de clous frais, soit de 4 à 10 kg de clous secs. Les facteurs biotiques et abiotiques expliquant cette variabilité sont encore mal connus (Jahiel, 2010).

En 2010, 90% de la production mondiale de clous était consommée par l'Indonésie. C'est aujourd'hui encore le premier pays producteur et consommateur de clous de girofle, essentiellement destinés à la fabrication des *kreteks*, cigarettes traditionnelles indonésiennes à base de tabac et de clou de girofle. Le reste de la production mondiale, soit 10%, est destiné aux pays du Nord et du Moyen-Orient où le clou est utilisé en tant qu'épice en cuisine (Danthu, 2014).

L'huile essentielle de girofle s'obtient à partir de la distillation des feuilles, des clous ou des griffes (pédoncules des clous retirés lors de l'égriffage). A Madagascar, la plus pratiquée est la distillation à partir des feuilles ; c'est cette pratique qui nous intéresse dans le cadre de cette étude (Demangel, 2011). L'huile essentielle de girofle est très prisée sur le marché international pour une des molécules qui la compose : l'eugénol. Sa proportion varie selon le pays de production et selon l'organe distillé. Dans le cas de l'huile de feuilles de girofle de Madagascar, l'eugénol représente de 81 à 84% de la composition totale. Le reste est constitué par le β -carophyllène (12-15%) et par l'eugényl-acétate (1-2%) (Razafimamonjison, 2014).

On suppose qu'il existe un antagonisme entre la production de clous (qui serait partiellement basée sur une surface foliaire minimum) et l'usage des feuilles pour la distillation. La coupe d'une trop grande quantité de branchettes pour la collecte de feuilles serait préjudiciable au rendement en clous l'année suivante. La valeur du préjudice n'a cependant aujourd'hui pas été quantifiée avec certitude ni la quantité de branchettes optimale pouvant être récoltée par arbre pour ne pas nuire à la production de clous l'année suivante (Danthu, 2014). L'antagonisme entre la production de clous et de feuilles engendre une multitude de stratégies possibles pour la gestion des systèmes girofliers. Aujourd'hui, une majorité de ménages agricoles est traditionnellement tournée vers la production de clous qui est moins difficile et demande moins de temps que la production d'essence (Demangel, 2011).

L'étude de Fourcin (2014) sur la contribution du giroflier à la sécurité alimentaire des ménages agricoles dans le district de Fénérive-Est montre qu'aujourd'hui 66% des agriculteurs gèrent leurs girofliers de manière adaptée avec une bonne connaissance de l'impact de la collecte des

feuilles sur la production de clous. L'antagonisme semble donc maîtrisé et ne constitue pas un problème. En 2014, Madagascar était le premier pays exportateur mondial de clous et d'essence et le second pays producteur derrière l'Indonésie. La production s'élevait à près de 2000 tonnes d'essence en 2013 inférieure à la production indonésienne qui plafonne à 3000 t. A eux deux, ces pays satisfont la quasi-totalité de la demande mondiale, qui serait estimée à 5000 t/an (Gouzien, 2015 ; Duclos 2012).

En 2014, 83% des exportations malgaches d'essence étaient destinées à des pays asiatiques. Parmi eux, l'Indonésie capte près de 45% des volumes exportés malgaches. Le développement de l'industrie de transformation d'essence en eugénol purifié en Indonésie explique le leadership de ce pays dans les quantités produites et importées d'huile essentielle de girofle. Le reste des exportations d'essence est destiné à la France, l'Italie et les Etats-Unis (Gouzien, 2015).

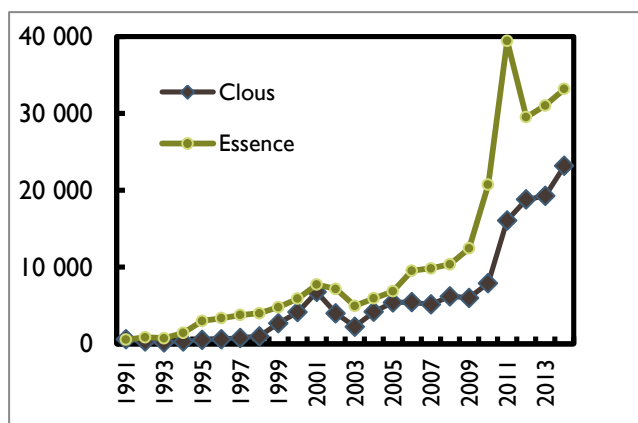


Figure 2 Prix unitaire des clous et de l'essence de girofle en millions MGA (Gouzien, 2015)

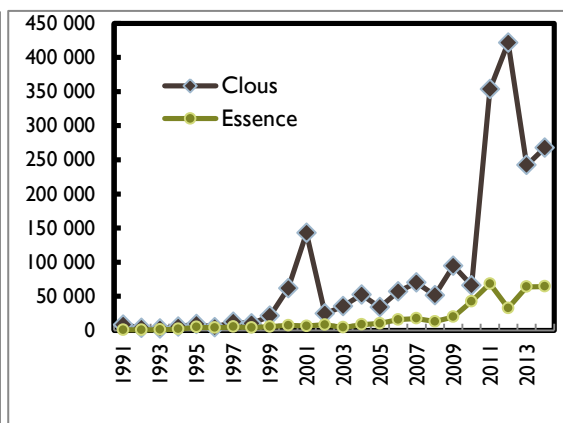


Figure 1 Valeur des exportations malgaches de clous et d'essence de girofle en millions MGA (Gouzien, 2015)

En 2014, la valeur des exportations malgaches d'huile essentielle de girofle atteignait les 64,5 millions MGA, soit 21,5 millions d'euros (au 15/10, 1 euro = 3649 Ariary, la monnaie locale malgache (Banque Centrale de Madagascar)). A l'échelle nationale, cela représente 1% de la valeur des exportations malgaches tous produits confondus (végétal, animal, minéral, textile...) et 20 à 30% de la valeur des exportations malgaches liées au girofle, les 70% restants étant composés par le clou (Gouzien, 2015). La figure 3 nous montre que les exportations malgaches ont réellement décollé à partir de 2009. Cela s'explique par la hausse continue de la demande mondiale, impactant directement les cours internationaux qui ont quadruplé depuis 2005 (Figure 2) (Gouzien, 2015 ; Duclos, 2012).

L'Indonésie est également le premier importateur de clous pour assurer la fabrication de ses *kretek*. 80% de la consommation de clous nationale est assurée par la production nationale, complétée par 20% d'importations. Une mauvaise production annuelle de clous indonésiens induirait une augmentation des volumes importés l'année suivante (Gouzien, 2015). L'Indonésie est donc extrêmement influente sur la fluctuation du cours international du clou (Danthu, 2014).

A noter que l'huile essentielle de girofle malgache est préférée par les transformateurs à sa consœur indonésienne car son taux en eugénol est plus important (Razafimamonjison, 2014).

La zone de production du girofle s'étend de Fénérive-Est à Mananara concentre 70% de la production de clous nationale. Ce bassin de production est en constante expansion et a tendance à se déplacer vers le Nord, dans le district de Mananara et Maroantsetra (Schneider & Thierry, 2007). De 2012 à 2014, les revenus liés à la commercialisation des produits du girofle constituaient en moyenne 61% (18% pour l'essence, 43% pour le clou) des revenus paysans dans la commune d'Ambatoharanana (district de Fénérive-Est). Maintenir la durabilité des

produits du giroflier est donc capital pour assurer les revenus des agriculteurs et leur permettre d'acheter le riz nécessaire à leur alimentation et les produits de première nécessité (*Fourcin, 2014*). A la différence du clou, l'essence de girofle présente l'avantage de pouvoir être produite toute l'année. Les revenus tirés de la vente de l'essence de girofle permettent de répondre à un besoin ponctuel ou exceptionnel comme des fêtes commémoratives, des frais médicaux ou les frais de scolarisation des jeunes (*Danthu, 2014*). La figure 5 présentant la répartition du nombre de distillations effectuées selon les mois de l'année illustre ce propos.

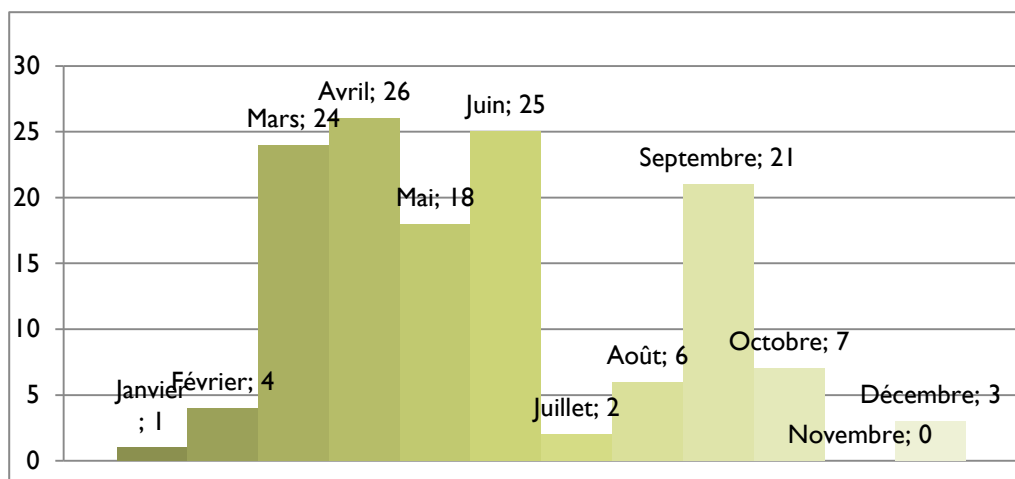


Figure 3 Répartition de la fréquence de distillation selon les mois à l'échelle d'un village (Tirel, 2015)

Les mois de janvier-février et juillet-août correspondent aux périodes de récolte et de replantation du riz : les paysans sont très occupés dans les rizières et n'ont pas le temps pour distiller. Les mois d'octobre, novembre et décembre sont les périodes de récolte du litchi et du clou de girofle. Cette tâche nécessite beaucoup de main d'œuvre et la vente de ces produits est de plus très rémunératrice : les paysans n'ont pas le temps ni le besoin de distiller pour assurer leurs revenus. La période de mars à juin correspond au pic annuel de distillations.. Il n'y a pas d'autres sources de revenus possibles à cette période mais les paysans ont besoin d'argent pour acheter du riz puisque leur production personnelle ne couvre pas toujours leur consommation. Les revenus issus de la vente d'huile permettent d'assurer un revenu lorsque le besoin financier s'en fait sentir (*Fourcin, 2014 ; Simanjuntak, 2014*). Une majorité de ménages agricoles orientent la gestion de leurs girofliers autour de la production de clous, la production de feuilles pour l'essence n'étant pas réellement préméditée. L'huile essentielle de girofle est en réalité une variable d'ajustement qui permet de compléter les revenus les années où la production de clous est insuffisante (*Fourcin, 2014*). La production d'huile essentielle est en pleine expansion sur la côte est ce qui montre l'importance croissante de cette production dans la composition des revenus paysans. Cette tendance nécessite donc de se pencher sur l'état réel de la ressource en bois de chauffe afin d'assurer le maintien de la filière essence de girofle et le maintien de la sécurité alimentaire des paysans.

La fabrication de l'huile essentielle de girofle commence par la collecte des matières premières : les branchettes de girofliers supportant les feuilles et le bois de chauffe. Celles-ci sont ensuite séchées afin de maximiser le rendement matière des feuilles et le pouvoir calorifique du bois. Après séchage, l'ensemble est acheminé à dos d'homme vers l'alambic sous forme de fagot : par deux pour les feuilles de girofle, soit 40 kg, et à l'unité pour les fagots de bois, soit 35 à 50 kg. Une fois à l'alambic, les feuilles de giroflier sont séparées des branchettes : c'est l'ébranchage. La

distillation peut alors commencer (Simanjuntak, 2014 ; *Enquêtes personnelles*, 2015). L'huile essentielle de girofle est ensuite vendue à des collecteurs ambulants qui se déplacent de village en village. Ces petits collecteurs revendent la marchandise à des grands collecteurs basés dans les villes chefs lieux de district. Les exportateurs s'approvisionnent directement auprès des grands collecteurs (Maincent, 2014). L'analyse technico-économique de la filière amont de l'huile essentielle de girofle par Simanjuntak (2014) a montré que 7 jours de travail, soit 42 heures, sont nécessaires pour effectuer l'ensemble du processus de fabrication, de la collecte des matières premières à la fin de la distillation. La figure 6 récapitule les différentes étapes du processus de distillation.

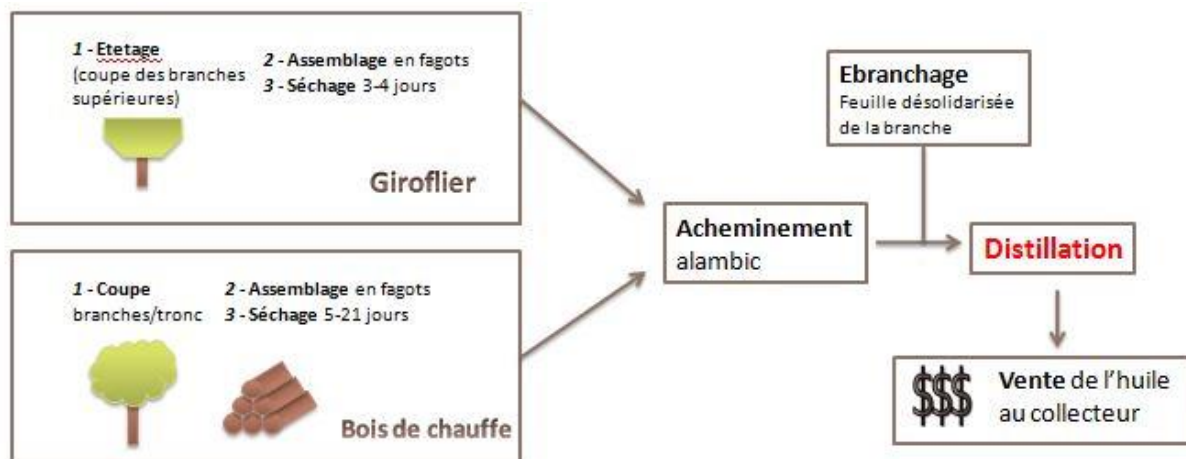


Figure 4 Etapes du processus de fabrication de l'huile essentielle de girofle

Maistre (1955) estime que jusqu'à 15 kg de branchettes peuvent être coupées par giroflier par an pour ne pas trop à la production de clou la saison suivante. Une vingtaine de girofliers seraient donc nécessaires pour effectuer une distillation complète de 24h. Les étapes du chemin de production de l'huile essentielle de girofle sont identiques d'un distillateur à l'autre. En revanche, le profil de chaque distillateur est variable : c'est ce que nous allons détailler dans la partie suivante. A l'heure actuelle, tous les individus tirant leurs revenus principaux de l'agriculture du district de Fénérive-Est possèdent des girofliers. La grande majorité d'entre eux effectuent la distillation des feuilles de giroflier. Cette proportion n'a cependant pas été chiffrée précisément (*Enquêtes personnelles*, 2015). Les paysans non-paysan distillateurs possédant des girofliers ne distillent pas pour deux raisons (*Enquêtes personnelles*, 2015) : i° leur parc giroflier est suffisamment important (plus de 300 girofliers) pour tirer des revenus de la vente des clous suffisants pour subvenir à leurs besoins l'année entière et ii) Leur activité principale n'est pas l'agriculture. Leurs revenus sont assurés en majorité par des activités off-farm (collecteur, instituteur, tenancier d'un commerce...).

Cela confirme donc que les paysans sont amenés à distiller uniquement lorsque leur solde de trésorerie est insuffisant.

Simanjuntak (2014) a identifié trois catégories de paysan distillateurs selon que les feuilles de giroflier proviennent d'arbres en propriété ou non et l'utilisation de main d'œuvre extérieure ou non sur une ou totalité des étapes de la distillation. 68% des paysans paysan distillateurs effectuent l'intégralité des tâches seuls ou parfois aidés par leurs enfants lorsqu'ils sont âgés de plus de 50 ans. La force physique nécessaire au transport des matières premières et à la conduite de la distillation explique qu'ils ne peuvent réaliser ces tâches seuls passé un certain âge. 16% des paysans paysan distillateurs délèguent une partie du travail à de la main d'œuvre

salariée. La journée de travail est alors rémunérée entre 3000 et 5000 Ar. Enfin, 16% des paysans paysan distillateurs pratiquent le métayage des feuilles de girofle : ils collectent les feuilles sur des girofliers ne leur appartenant pas, transportent puis distillent. Ils touchent alors 50% des revenus issus de la vente de l'huile essentielle de girofle, les 50% restants revenant au propriétaire des feuilles (*Simanjuntak, 2014*). Le bois de chauffe est alors également prélevé sur la parcelle du propriétaire des feuilles (*Enquêtes personnelles, 2015*).

Parmi les paysans paysan distillateurs, ils sont 8% à posséder un alambic (*Enquêtes personnelles, 2015*). Le choix d'investir dans un alambic est motivé par des considérations financières. Les revenus issus de la location de l'alambic permettent d'assurer un revenu régulier à moindre effort et permet au propriétaire de distiller en grandes quantités sans frais de location quant celui-ci est distillateur. Le revenu moyen annuel issu de la location d'un alambic est compris entre 200 000 et 300 000 Ar, à comparer avec le prix d'achat de l'alambic qui est de 700 000 Ar. 10% des propriétaires d'alambic ne sont pas des paysans paysan distillateurs (*Tirel, 2015*.)

Trois intrants sont nécessaires pour mener à bien une distillation : les feuilles de girofle, l'eau pour permettre la condensation des vapeurs d'essence et le bois de chauffe pour maintenir une température élevée indispensable au processus. La distillation a lieu dans un des multiples alambics traditionnels répartis dans les villages de la zone de production giroflière. C'est d'ailleurs l'apprentissage du savoir-faire de construction de l'alambic par les artisans chaudronniers qui a conditionné la diffusion de la production d'huile essentielle de girofle dans les années 1930. La pratique a cependant réellement décollé pendant la seconde guerre mondiale avec la chute du cours des matières premières, la tôle noire et l'aluminium, servant à fabriquer l'alambic (*Tiollier, 2012*).

Selon la fréquence de distillation des villageois, on compte de 1 à 4 alambics en fonctionnement

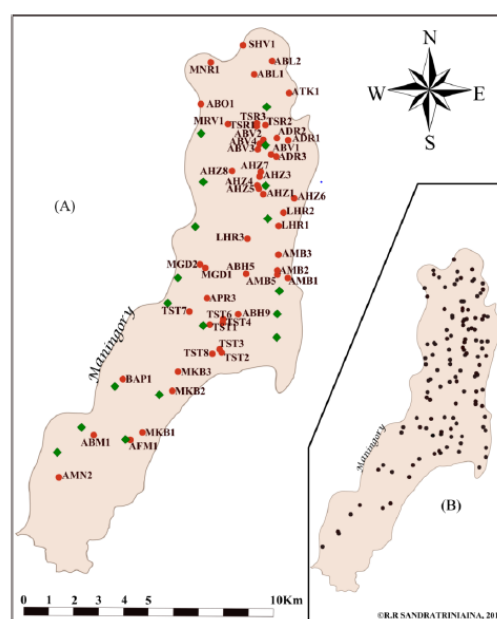


Figure 5 Localisation des alambics en fonctionnement dans la commune d'Ambatoharanana (*Sandratriniaina, 2014*)

par village. On estime aujourd'hui à 1500 le nombre d'alambics en fonctionnement dans le district de Fénérive-Est (*Jahiel, 2010*). La figure 7 expose la localisation de tous les alambics présents dans la commune d'Ambatoharanana (une de nos zones d'étude).

La commune d'Ambatoharanana compte 129 alambics, soit une densité de 14 alambics/km². Il semble que cette densité d'alambics soit au dessus de la moyenne observée dans les communes avoisinantes d'Ambodimanga II et Vohipeno (*Tirel, 2015*).

Les feuilles de girofle sont placées dans la cuve puis sont réchauffées par la combustion du bois de chauffe dans le foyer. Les molécules volatiles sont alors extraites des feuilles par la chaleur et circulent dans le col de cygne vers le condenseur. L'alimentation continue en eau froide du condenseur permet alors de condenser les vapeurs d'essence circulant dans le serpentin à l'intérieur du condenseur. L'huile essentielle de girofle est alors sous forme liquide.

L'alambic a une capacité usuelle de 250 à 300 kg de feuilles. Une distillation dite « complète » dure de 19 à 24 heures et correspond à la distillation d'une cuve entière de feuilles de girofle. Une distillation complète nécessite environ 2 à 2,2 m³ de bois et produit entre 4,5 et 6 litres d'huile (*Simanjuntak, 2014*). L'alambic est toujours situé près d'un point d'eau afin d'assurer une alimentation en eau qui doit être continue pendant toute la durée de la distillation pour maximiser le rendement matière (*Sandratrianina, 2014*).

Un alambic est utilisé en moyenne par 15 paysan distillateurs différents (*Tirel, 2015*). Le paysan distillateur loue l'alambic à son propriétaire et le rétribue à hauteur d'un demi-litre d'essence par distillation complète soit 10% de la quantité totale d'huile produite (*Simanjuntak, 2014*).

Selon Sandratrianina (2014), les spécifications matérielles de l'alambic et le mode de distillation ont leur part d'influence sur la composition finale de l'huile essentielle. La tendance est à réduire la capacité de la cuve et à amincir l'épaisseur de la paroi pour améliorer le rendement et réduire la durée de la distillation. La diminution de la disponibilité en bois de chauffe a été mise en avant par l'étude succincte réalisée par Simanjuntak (2014) mais on ne connaît ni l'ampleur de cette diminution ni la perception des paysans sur la disponibilité en bois de chauffe. La synthèse bibliographique nous a montré que l'activité de distillation d'essence de girofle est une composante essentielle des revenus du paysan du district de Fénérive-Est. L'intensification présumée de la production d'essence dans les années à venir nous pousse à nous interroger sur les facteurs qui pourraient venir entraver la durabilité de la filière. Il est donc important de se pencher sur la durabilité des intrants nécessaires à la distillation d'essence de girofle, particulièrement le bois de chauffe qui semble être la ressource la plus menacée.

L'enjeu majeur de cette étude est donc de mesurer l'intensité des pressions exercées sur la ressource bois de chauffe grâce à un état des lieux de sa disponibilité et à une analyse des pratiques qui en font usage. La ressource en bois de chauffe nécessaire à l'activité de production d'huile essentielle de girofle est-elle aujourd'hui menacée par l'expansion de la filière et les pratiques qui en découlent?

2 Matériel et méthodes

La méthodologie a été élaborée afin de répondre à la problématique via la réalisation de quatre sous-objectifs : i) Caractériser les pratiques de gestion du bois de chauffe ainsi que les modalités d'approvisionnement en bois pour la distillation à l'alambic ii) Quantifier et qualifier l'état actuel de la ressource en bois de chauffe, iii) Comparer les essences sur pied actuelles avec celles présentes par le passé et fournir une explication sur leur apparition/disparition au regard des besoins socio-économiques de la population et iv) Identifier les leviers impactant positivement ou négativement la consommation de bois de chauffe et émettre des hypothèses quant à sa disponibilité future

Plus largement, les résultats produits permettront d'évaluer si l'éventuel déclin de la ressource bois de chauffe menace dans un futur plus ou moins proche la pérennité de l'activité de distillation d'huile essentielle de girofle. La problématique suggère que la production d'huile essentielle de girofle exerce aujourd'hui une possible menace sur la durabilité écologique de la ressource bois de chauffe. Nous ne savons pas encore si cette menace est réelle, mais nous sommes ici face à une situation de problème écologique potentiel.

L'Analyse Stratégique de la Gestion Environnementale (ASGE) est un cadre conceptuel conçu pour analyser un problème environnemental par une approche systématique. Le principe de l'ASGE est détaillé dans l'encadré n°=1. Certains concepts analytiques utilisés particulièrement dans la partie 4.2 ont été empruntés à l'Analyse Stratégique de la Gestion Environnementale (ASGE).

Encadré n°=1 : Principe de l'ASGE

L'ASGE est un cadre d'analyse développé au début des années 1990 par L. Mermet qui place l'analyse d'un problème environnemental au cœur d'une stratégie de gestion des ressources.

Elle repose sur 4 points-clés :

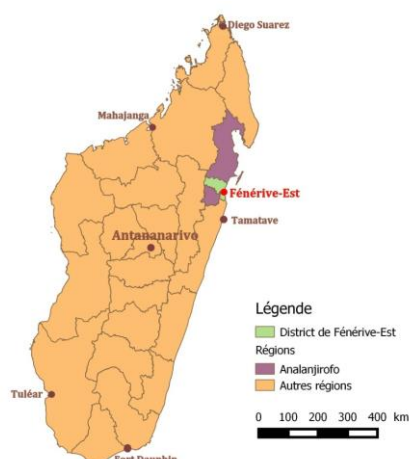
- 1) La définition claire de l'objet écologique étudié et l'identification du problème traité. Cela implique la constitution d'un *référentiel normatif* qui se définit comme l'état écologique souhaitable de l'écosystème étudié
- 2) La compréhension des causes de sa dégradation, que l'on appellera la « gestion effective »
- 3) Les conditions d'arrêt de cette dégradation
- 4) L'analyse des actions portées stratégiquement par des acteurs porteurs de questions environnementales pour faire évoluer la gestion effective en faveur d'un « bon état des écosystèmes ». On parle de « gestion intentionnelle ».

Elle passe par une lecture dynamique des systèmes d'action et tente de mettre en lien les acteurs qui ont un effet direct sur le problème (*gestion effective*) avec les acteurs qui peuvent jouer le rôle d'agent de changement en faveur de la résolution du problème (*gestion intentionnelle*) pour faire émerger une action adaptée à la résolution du problème.

Dans notre cas, le référentiel normatif est défini comme suit : les ressources ligneuses actuellement sur pied et destinées à être consommées à l'alambic ont une capacité de renouvellement supérieure à la pression d'exploitation subie. Il conviendra d'étudier quels facteurs peuvent influencer positivement ou négativement la consommation en bois de chauffe afin d'éclaircir la gestion effective. L'étude de ces facteurs sera effectuée dans la partie 4.2. La gestion intentionnelle ne sera pas abordée dans le cadre de cette étude mais sera évoquée succinctement lors de la discussion. L'étude prend place dans le district de Fénérive-Est, région Analanjirofo (Figure 9). Les précédentes études sur la filière girofle dans le cadre du projet AFS4FOOD ont également été menées dans le district de Fénérive-Est ; dans un souci de pertinence et de facilitation logistique, le même district a été choisi.

Le thème du bois de chauffe ayant été assez peu exploré lors des précédents travaux, j'ai choisi

Figure 6 Carte de Madagascar et localisation de la zone d'étude (Auteur, 2015)



de retenir quatre communautés diversifiées afin d'atteindre un certain niveau de représentativité. Pour chaque zone d'étude, le travail s'est fait à l'échelle du *fokontany*, une division administrative malgache regroupant 2 à 6 villages soit 700 à 2500 villageois. Une commune est composée de 10 à 20 *fokontany* en moyenne. Les *fokontany* enquêtés sont : Mahavanona, Ambatombarry, Ambatoharanana et Vohipeno. Le type d'écosystème (côtier ou continental) et l'enclavement du *fokontany* suggèrent une répartition spécifique des arbres et des pratiques de gestion et d'utilisation du bois de chauffe différentes. Pour comprendre les réels tenants et aboutissants du choix stratégique des paysans pour la gestion du bois de chauffe, j'ai donc retenu des communautés plus ou moins enclavées aux types de végétation différents. L'ensemble des *fokontany* étudiés se situent dans un périmètre de 20 km autour de Fénérive-Est, chef lieu du district car choisir des *fokontany* plus éloignés aurait nécessité des temps de transport conséquents. Ces caractéristiques sont détaillées succinctement dans le tableau 1.

	Commune	Temps de parcours depuis Fénérive	Type écosystème	Altitude
Mahavanona	Ambodimanga II	45 minutes	Côtier	60-90m
Ambatombarry	Ambodimanga II	45 minutes	Collines	150-180m
Ambatoharanana	Ambatoharanana	3 heures	Hautes collines	300-360m
Vohipeno	Vohipeno	6 heures	Hautes collines	380-440m

Tableau 1 Caractéristiques succinctes des 4 *fokontany* étudiés (Auteur, 2015)

Les *fokontany* de Mahavanona et Ambatombarry ont été récemment équipés d'un nouveau modèle d'alambic amélioré diminuant la consommation de bois de chauffe lors de la distillation. Il est intéressant d'étudier la dynamique de distillation autour de ces alambics et de recueillir l'avis des paysans paysan distillateurs sur l'introduction de ces nouveaux matériels. Les villages et *fokontany* étudiés sont représentés sur la figure 10.

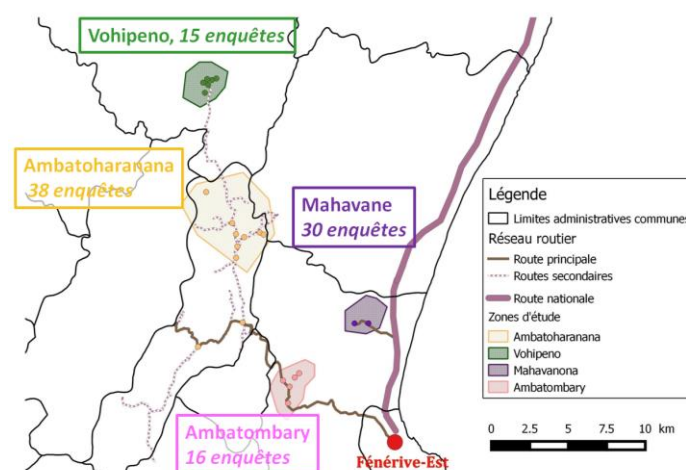


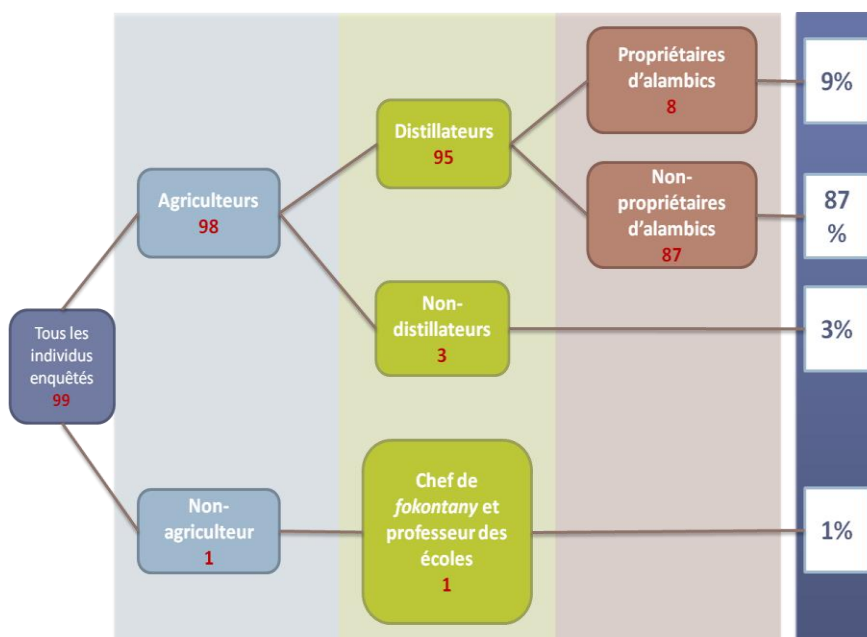
Figure 7 Localisation des zones d'étude et effectif des enquêtes

Une production de données visant à caractériser la gestion effective du bois

Une phase exploratoire d'une durée de deux semaines a été menée dans le premier *fokontany* d'étude afin de me familiariser avec le milieu et d'identifier les préoccupations majeures des paysans. Cette phase s'est appuyée sur la base d'un questionnaire préétabli puis complété par

une discussion libre. Cela a permis d'affiner le questionnaire et de cibler des points clés devant être relevés systématiquement lors la phase d'enquête qui s'en est suivi.

Cette phase exploratoire a également permis de justifier auprès des villageois ma présence parmi eux afin de mener à bien mon enquête. Les villageois se sont montrés dans l'ensemble plutôt enthousiastes que des étrangers s'intéressent à leurs pratiques ; notre présence parmi eux n'a pas posé de problème particulier. Le but de la phase d'enquête était de collecter des données quantitatives et qualitatives exploitables pour l'obtention de résultats pertinents lors de la phase de traitement de données. Elle a été réalisée sur la base d'un entretien semi-directif. Selon le GERS (Groupe d'Etude et de Recherche Sociales), l'entretien semi-directif est « *une méthode laissant libre cours aux choix de réponse des enquêtés, avec leurs mots et des détails*



faisant sens pour eux ». 99 entretiens ont été menés dont 95 étaient des paysans paysan distillateurs. La figure 12 détaille le profil des enquêtés et leur effectif.

Les thèmes abordés lors de la phase d'enquête sont détaillés dans la figure 13 et concernent l'origine et la nature des arbres utilisés à l'alambic, les modes de contractualisation en cas d'échange commerciaux, les pratiques de gestion et de replantation de l'arbre bois de chauffe, l'évolution des pratiques.

Afin d'établir des profils de paysans paysan distillateurs avec pour objectif futur une analyse typologique, des données moins spécifiques au thème du bois de chauffe ont été collectées : nombre de girofliers en propriété par paysan, nombre de distillations annuelles, nombre de parcelles.

Deux critères ont conditionné le choix du lieu et des modalités d'enquête :

- **La période d'enquête.** Le mois de juin correspond au pic annuel de distillation. Les rencontres se sont alors faites à l'alambic pendant la distillation.
- **Le degré d'acclimatation des villageois à la présence d'étrangers.** Le vice-président a choisi pour nous des personnes de son entourage proche, dont le niveau de vie paraissait supérieur à la moyenne observée. L'échantillon d'enquêtés de cette dernière zone est donc à priori biaisé.

<h2>Général</h2>	<h2>Perception paysanne de la disponibilité en bois de chauffe</h2>	<h2>Gestion de l'arbre bois de chauffe sur la parcelle</h2>	<h2>Modalités d'approvisionnement en bois pour la distillation</h2>
<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de girofliers • Nombre de parcelles • Critère de choix de l'alambic • Nombre de distillations complètes effectuées annuellement • Evolution de l'intensité de distillation depuis les 10 dernières années 	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfaction personnelle disponibilité bois de chauffe • Date début du problème d'approvisionnement en bois de chauffe • Estimation du stock de bois personnel (faible, moyenne, forte) 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantation : pratique O/N ; date début pratique ; espèces plantées ; techniques utilisées ; volonté de planter arbres bois de chauffe • Parcelle : espace disponible pour plantation <p>Rôle de chaque arbre sur la parcelle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evolution des pratiques : espèce et diamètre des arbres utilisés par le 	<ul style="list-style-type: none"> • Marché bois de chauffe : Achat O/N ; Prix d'achat ; Modalités de coupe et transport ; essences achetées ; % d'approvisionnement extérieur dans le bois utilisé • Nombre de voyages pour acheminer tout le bois à l'alambic • Modalités de collecte du bois • Temps de séchage du bois

Figure 8 Thèmes et sous-thèmes abordés lors des entretiens semi-directifs

Gestion du bois de chauffe sur la parcelle : diversité et fréquence des arbres

Pour qualifier l'état actuel de la ressource bois de chauffe, j'ai suivi la méthodologie de relevés type inventaire forestier. Le but d'un inventaire forestier est de caractériser quantitativement et qualitativement un peuplement forestier afin d'établir un plan d'aménagement adapté ou d'obtenir une estimation des ressources ligneuses sur pied (IFN, 2009).

Appliqué à cette étude, l'objectif est de comptabiliser avec précision le volume de bois sur pied, la proportion relative de chaque essence et la fréquence des diamètres pour chaque parcelle inventoriée. Des relevés ont été réalisés sur 11 parcelles appartenant à 9 paysans différents sélectionnés selon leur niveau de vie, du plus précaire au plus aisé. Les visites se sont systématiquement déroulées en présence du paysan exploitant de la parcelle.

Les fagots de bois utilisés par les paysans pour la distillation sont stockés autour de l'alambic pendant les quelques jours précédant la distillation. Leur analyse a permis de caractériser et quantifier les essences de bois utilisées lors de la distillation :

- Réajustement de la valeur du volume de bois nécessaire à une distillation complète
- Fréquence et diamètre de chaque essence composant le fagot

L'identification des essences s'est faite par l'analyse des écorces avec l'appui technique de mon traducteur et des paysans paysan distillateurs présents sur place.

L'un des objectifs de cette étude est de comparer les essences sur pied actuelles avec celles présentes par le passé. Il ne s'agit pas ici de quantifier avec précision les volumes de bois disponibles par le passé, mais de dater les principaux changements de paysage et recenser les essences présentes par le passé sur notre zone d'étude. La collecte de ces données s'est faite en deux parties : i) Lors des enquêtes terrain en rencontrant les aînés du village et ii) Dans le cadre d'une recherche bibliographique menée à Antananarivo aux archives du département botanique au parc zoologique de Tsimbazaza et dans les locaux du FOFIFA (Centre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural).

Il s'agira par la suite de fournir une explication sur l'apparition et la disparition de certaines essences au regard des besoins socio-économiques de la population.

Les données collectées lors des entretiens ont permis deux types d'analyse :

- Les données qualitatives ont permis de qualifier les pratiques de collecte et d'acheminement du bois à l'alambic ainsi que les contraintes auxquelles les paysans paysan distillateurs sont confrontés aujourd'hui pour leur approvisionnement en bois de chauffe et plus largement pour le maintien de leur activité de distillation de feuilles de girofle. Ces données ont également permis de comprendre en quoi les conséquences des pratiques du passé expliquent les pratiques d'aujourd'hui.
- Les données quantitatives ont été ordonnées dans une base de données Excel. 18 critères ont été renseignés afin de faire ressortir les différences significatives entre les quatre zones d'étude via la comparaison des données statistiques. Expliquer ces différences permettra de comprendre quelles contraintes et enjeux ont mené les paysans à faire ce qu'ils font aujourd'hui.

Une typologie des comportements paysans autour du bois de chauffe a été effectuée pour regrouper les paysans enquêtés en classes et faciliter l'analyse à posteriori des données quantitatives collectées.

Cette typologie s'appuie trois critères évalués à l'aide des données collectées détaillées ci-après :

i) Prise en compte de l'arbre bois de chauffe dans la stratégie paysanne de gestion agricole : pratique de la plantation, acheteur/vendeur de bois de chauffe, satisfaction personnelle de la disponibilité en bois de chauffe, ii) Part de l'essence de girofle dans la composition des revenus : nombre de distillations annuelles, longueur des distillations, pratique du métayage des feuilles et iii) Perception du paysan sur sa disponibilité personnelle en bois : nombre de parcelles,

question ouverte au paysan distillateur sur le niveau de disponibilité de bois personnel (faible, moyen, fort)

Cette catégorisation servira par la suite à quantifier les volumes de bois sur pied actuels en recoupant le nombre de paysans par type pour chaque zone d'étude avec les données issues des inventaires. Les données collectées lors des inventaires forestiers réalisés sur 11 parcelles différentes ont permis de dénombrer les essences sur pied par classes de diamètre. Selon les normes de l'inventaire forestier, les classes de diamètre sont déterminées par tranche de 5 cm (IFN, 2009). Cependant, les données diamétriques ne nous informent pas sur le volume de chaque arbre inventorié. On a donc demandé au paysan d'estimer combien d'exemplaires d'un arbre donné auraient été nécessaires pour fournir tout le bois nécessaire à une distillation complète. Connaissant le volume de bois consommé pour une distillation (2,1 m³), on peut en déduire le volume de l'arbre donné en divisant simplement 2,1 par le nombre d'exemplaires de cet arbre nécessaire à une distillation complète annoncé par le paysan. Le volume moyen de bois disponible par paysan d'un type donné (m³/ha) a ensuite été calculé par la moyenne des inventaires volumiques réalisés pour les paysans de chaque type (Vt_{moy}).

Accroissement volumique et pression d'exploitation

Le but de ce calcul est de savoir si la consommation annuelle de bois de chauffe d'un paysan distillateur dépasse aujourd'hui la capacité de renouvellement des ressources bois de chauffe sur ses parcelles agricoles. Ce calcul suppose donc de calculer le gain volumique annuel de bois de chauffe (VBC_{prod}) d'une part et la consommation de bois de chauffe (VBC_{conso}) pour la production d'essence de girofle d'autre part.

- *Calcul de VBC_{prod}*

Le calcul du volume moyen de bois de chauffe produit annuellement sur les parcelles agricoles d'un paysan donné (VBC_{prod}) suppose de connaître le taux d'accroissement volumique annuel des principales espèces bois de chauffe ($\%Acc_a$). Ce taux sera ensuite multiplié par le volume de bois moyen sur pied actuel par paysan (VBC_{Ind})

Par souci de simplification, un taux d'accroissement volumique unique a été considéré. Ce taux unique est la moyenne des taux d'accroissement volumique annuels de chaque espèce bois de chauffe calculé grâce aux données d'âge et de volume recueillies lors des inventaires.

Ces calculs visent à calculer la gestion idéale d'un point de vue sylvicole, en faisant abstraction des facteurs socio-économiques qui expliquent la réalité observée aujourd'hui. Deux paramètres ont été calculés puis reliés : l'âge de coupe idéal de l'arbre bois de chauffe pour maximiser le volume de bois et le nombre idéal d'arbres bois de chauffe devant être plantés pour chaque jeune giroflier planté. Le calcul de l'âge de coupe idéal se décide selon l'utilisation future du bois (gros diamètres pour la construction ou maximisation du volume pour le bois de chauffe), l'accroissement volumique de l'espèce et ses caractéristiques écologiques (CRPF Limousin, 2010). Dans notre cas, on cherchera à déterminer l'intervalle de temps idéal entre deux coupes d'un arbre bois de chauffe afin de minimiser le nombre d'arbres bois de chauffe devant être plantés pour chaque nouveau giroflier planté. Cela suppose : 1) de calculer le volume de bois nécessaire pour assurer la distillation des feuilles d'un giroflier pendant toute la durée de son exploitation. 2) de calculer l'âge idéal de coupe pour que la moyenne de son gain volumique annuel soit maximum.

3 Résultats

3.1 Différentes stratégies de gestion et d'approvisionnement en bois de chauffe.

Cette partie vise à caractériser les pratiques de gestion du bois de chauffe ainsi que les règles d'utilisation du bois lors de la distillation à l'alambic. Elle comparera quantitativement les données issues des entretiens recueillies dans les 4 zones afin de montrer en quoi les pratiques reportées sont révélatrices de la diminution de la disponibilité en bois de chauffe. Enfin, une typologie des paysan distillateurs sera effectuée sur la base des critères explicités au cours de cette partie. Tous les résultats énoncés dans cette partie sont issus des données qualitatives recueillies lors des entretiens. Les paysans paysan distillateurs déclarent s'approvisionner en bois de chauffe dans un périmètre de 2 km maximum autour de l'alambic.. Il faut souvent traverser des rizières et des collines ce qui rend le travail pénible en plus de son exigence

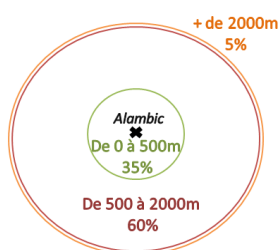
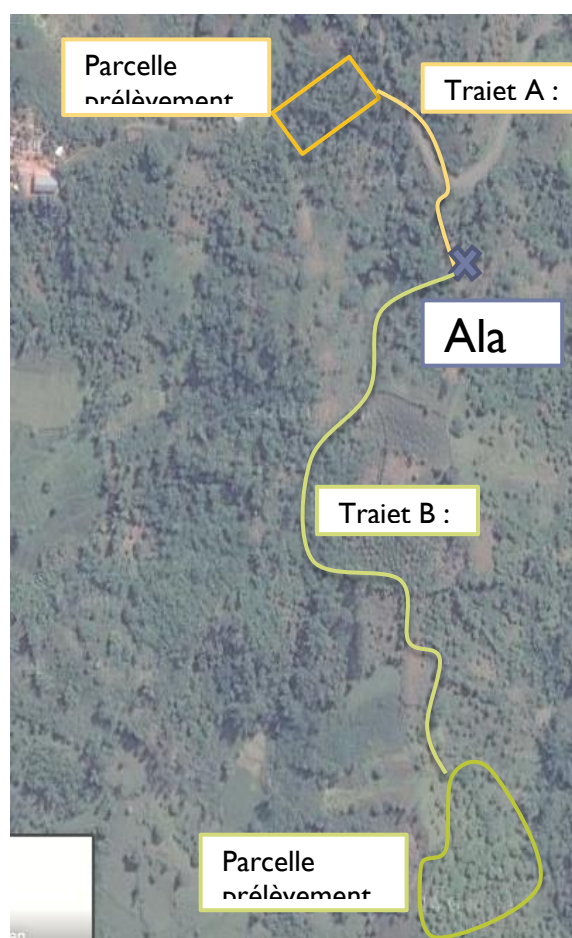


Figure 10 Bassin d'approvisionnement du bois de chauffe pour la distillation (Auteur, 2015)

Figure 9 Schéma des trajets réalisés pour acheminer les feuilles de girofle et le bois de chauffe à l'alambic (Auteur, 2015)



physique. Sur les 20 enquêtés sur ce thème, un seul s'approvisionne en bois de chauffe à plus de 2 km de l'alambic (Figure 14).

La figure 15 schématise les cheminements réalisés par un paysan distillateur enquêté pour la collecte des feuilles de girofle et du bois de chauffe.

Un paysan distillateur peut collecter son bois de chauffe sur plusieurs parcelles différentes. Les données quantitatives recueillies montrent que le paysan distillateur possède en moyenne trois parcelles et collecte son bois sur deux d'entre elles.

Le tableau 3 présente la distance moyenne entre deux alambics et entre les parcelles de prélèvement de feuilles et de bois sur les *fokontany* de Ambatoharanana et Mahavanona. Ces distances ont mesurées grâce à un GPS et à l'imagerie satellitaire.

Distance moyenne entre/et (m)	Parcelle de collecte des feuilles de girofle	Parcelle de collecte de bois de chauffe	Alambic le plus proche
Alambic	1084	1186	790

Tableau 2 Distances moyennes de collecte des matières premières (Auteur, 2015)

La distance moyenne entre l'alambic et les parcelles d'approvisionnement en bois de chauffe et en feuilles de girofle sont relativement proches (1,1 km). Un alambic est séparé d'un autre en moyenne de 790 m. Nous avons vu qu'un village peut compter jusqu'à 4 alambics en fonctionnement. Cela laisse donc au distillateur la possibilité de choisir son alambic. La figure 16 ci-dessous présente le critère principal que déclare retenir le paysan distillateur pour orienter sa décision d'utiliser un alambic donné.

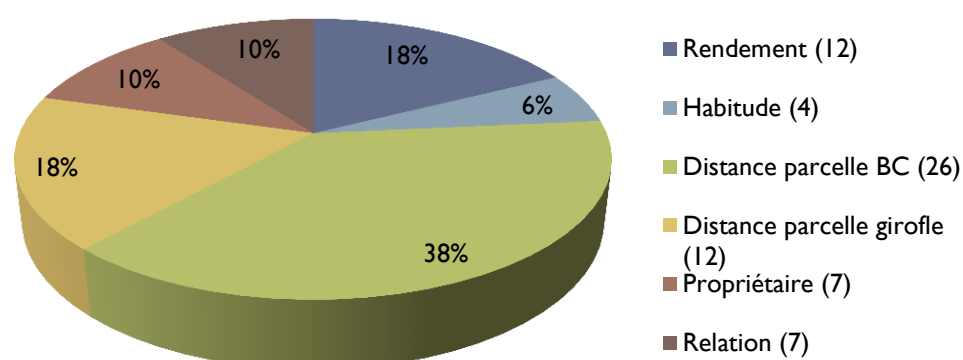


Figure 11 Critère prioritaire considéré pour le choix de l'alambic

Sur 68 paysans paysan distillateurs enquêtés, 26 déclarent choisir l'alambic le plus proche de leur parcelle de prélèvement de bois de chauffe, soit 38%. Le critère « distance avec la parcelle bois de chauffe » outrepassé les autres critères, particulièrement le critère « rendement en huile essentielle de girofle ». Cela confirme que la pénibilité du travail de transport est une préoccupation majeure pour les paysans paysan distillateurs.

Tous les arbres présents sur la parcelle d'un paysan peuvent en théorie être brûlés pour la distillation. Certaines espèces ont cependant un autre usage premier.

On a choisi de regrouper les principales espèces d'arbres observées dans les fagots des paysan distillateurs en trois catégories en fonction de l'usage principal qu'en font les paysans : les arbres **fruitiers** (noix ou fleurs comme le giroflier), les arbres pour la **construction** de cases ou de mobilier et les arbres pour le **bois de chauffe**. Ces différentes espèces d'arbres ont été classées par catégorie d'utilisation dans le tableau 4.

Retenons les quatre espèces principales utilisées uniquement en tant que bois de chauffe : l'*albizzia*, le *bonara*, le *grevillea* et le *ranonminty*. Parmi les arbres fruitiers, seul le litchi est un produit destiné à l'exportation. Les autres fruits sont vendus sur les marchés locaux ou sont destinés à la consommation du ménage.

Trois raisons encouragent les paysans à couper puis utiliser des arbres fruitiers ou bois de construction en tant que bois de chauffe : i) Dans le cas des fruitiers dans le cadre de tailles d'entretien afin de redynamiser l'arbre et d'augmenter sa productivité, ii) Afin de ne pas gêner la croissance des girofliers à proximité, les branches sont élaguées, iii) En cas de manque de bois de chauffe, certains paysan distillateurs coupent tout ou partie de l'arbre.

	Nom français	Nom vernaculaire	Nom latin
Fruitiers	Litchi	Letsy	<i>Litchi chinensis</i>
	Manguier	Amanga	<i>Manguifera sp.</i>
	Jacquier	Ampaly Be	<i>Artocarpus heterophyllus</i>
	Arbre à pain	Soanambo	<i>Artocarpus incisa</i>
	Goyavier	Goavy Be	<i>Psidium guajava</i>
	Avocatier	Gavoka	<i>Persea americana</i>
	Corossol	Voantsokina	<i>Annona muricata</i>
Bois de construction	Eucalyptus	Kininina	<i>Eucalyptus sp.</i>
	Bambou	Volo Be	<i>Bambusa sp.</i>
Bois de chauffe	Albizzia	Bizzia	<i>Paraserianthes falcataria</i>
	Bonara	Bonara	<i>Albizzia lebbeck</i>
	Grevillea	Grevillea	<i>Grevillea banksii</i>
	Ranonminty	Ranonminty	<i>Litsea glutinosa</i>

Tableau 3 Utilisation principale théorique des arbres utilisés pour la distillation (Auteur, 2015)

Parmi les 44 paysans enquêtés sur la composition de leur fagot destiné à être consommé à l'alambic, seuls deux d'entre eux utilisent du bois issu d'arbres exclusivement destinés au bois de chauffe. Les 42 autres paysans utilisent un mélange entre bois de chauffe, bois de construction et bois d'arbres fruitiers.

Le paysan distillateur a le choix de s'approvisionner en bois de chauffe directement sur sa parcelle ou bien d'acheter du bois à un autre paysan. Sur 89 enquêtés, 38 déclarent avoir acheté du bois et 2 déclarent avoir perçu du bois gratuitement dans l'année en cours. Cela représente 45% des paysans paysan distillateurs qui se fournissent hors de leur parcelle personnelle pour tout ou partie du bois nécessaire à une distillation. Il existe donc à la fois une offre et une demande de bois de chauffe : le marché est existant. Il n'est cependant composé que de deux acteurs : l'acheteur et le vendeur. Il n'existe pas d'intermédiaires. La figure 17 expose la proportion de bois d'origine personnelle de 35 enquêtés déclarant avoir déjà acheté du bois pour la distillation.

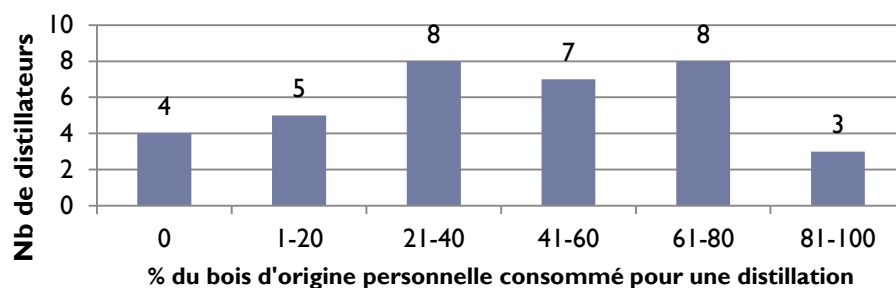


Figure 12 Origine du bois composant le fagot des paysans paysan distillateurs enquêtés (Auteur, 2015)

La répartition de la proportion du bois d'origine personnelle est globalement homogène. Seuls 4 paysans sur 35 enquêtés achètent l'intégralité de leur bois nécessaire à une distillation complète. Pour les 31 autres paysans, il ne s'agit que de compléter une partie du stock personnel. L'accord de vente se fait à l'amiable de paysan à paysan du même *fokontany*, soit dans un périmètre d'environ 2km. Aucun cas d'échange de bois entre *fokontany* différents n'a été relevé. Chaque *fokontany* est distant d'un autre d'environ 3 km. Les paysans paysan distillateurs expliquent que cette distance est trop importante pour qu'ils puissent assurer le transport du bois de chauffe. Le bois se vend en moyenne 5500 Ar/m³ (Figure 20). Dans 90% des cas, il s'agit d'une vente sur pied : le vendeur indique oralement à l'acheteur quels arbres il souhaite vendre. L'acheteur vient les couper sur la parcelle puis les achemine vers l'alambic. La figure 18 schématise les trajets réalisés par Mr F., un enquêté acheteur de bois de chauffe dans le *fokontany* d'Ambatoharanana pour acheminer l'ensemble du bois de chauffe nécessaire à une distillation à l'alambic. Mr F. a choisi l'alambic n°1 car il est proche de sa parcelle de prélèvement de bois et car il a un meilleur rendement matière que les autres. Le transport du bois de chauffe, tâche physique et pénible, incite les paysans paysan distillateurs à choisir l'alambic le plus proche de la parcelle de collecte du bois de chauffe.

Gestion de l'arbre bois de chauffe sur la parcelle

Dans **95%** des situations, l'arbre bois de chauffe se trouve sur des parcelles de type **système agroforestier complexe**. Selon la typologie des systèmes girofliers malgaches (Penot et Danthu 2011), un système agroforestier complexe est une alternance entre cultures de rente (girofler, litchi, vanille, caféier) intercalées avec des arbres fruitiers (manguier, jacquier, arbre à pain...) et des arbres bois de chauffe. Dans le cadre de notre étude, les paysans enquêtés utilisent l'arbre bois de chauffe comme ombrage pour les caféiers ou les jeunes girofliers et comme support pour la croissance de la vanille. Notons que l'*albizzia* et le *bonara* appartiennent à la famille des Fabacées qui ont le pouvoir de fixer l'azote de l'air pour le restituer au sol. Les paysans interrogés n'ont cependant pas conscience de ce pouvoir de fertilisation.

Dans **5%** des situations, l'arbre bois de chauffe se trouve dans un écosystème de type **forêt secondaire**. Dans notre cas, ce sont des terres anciennement cultivées laissées en friche pendant plusieurs années ayant été recolonisées par des espèces pionnières forestières (*albizzia*, *bonara*, *ranonminty*, *ravenala*). Ces terres appartiennent à des individus non agriculteurs tirant leur revenus d'une autre activité ce qui explique qu'elles soient laissées en friche sans usage agricole. Les arbres bois de construction (l'eucalyptus et le bambou) sont quant à eux systématiquement plantés par les paysans. On les observe en plantation monospécifique ou entourant les parcelles pour définir les limites de propriété. On ne les retrouve pas dans des systèmes agroforestiers ni dans les forêts secondaires.

Des pratiques visant à promouvoir l'arbre bois de chauffe sur la parcelle

Nous nous concentrerons sur les pratiques de plantation autour de l'arbre bois de chauffe et non de l'arbre bois de construction ni de l'arbre fruitier. Cette description est la synthèse des dires d'acteurs et des observations effectuées sur le terrain. Sur l'ensemble de l'échantillon, 49% des enquêtés déclarent avoir déjà planté des arbres à vocation bois de chauffe sur leurs parcelles.

Les techniques de plantation pour chaque espèce bois de chauffe sont détaillées ci-après.

Albizzia : Il s'agit plutôt de transplantation que de plantation à proprement parler : les paysans récoltent les plantules ayant poussé à proximité d'un arbre semencier adulte. Les plantules mesurent environ 2 cm : elles sont fragiles, le taux de mortalité est situé entre 25 et 50%. Un seul cas de plantation par graines a été relevé avec un taux de réussite de 20%.

Bonara : La plantation se fait par bouturage. La bouture utilisée est une branche de 2-3 cm de diamètre mesurant 80 cm (Figure 19). Cette manipulation ne peut être effectuée qu'en été car la repousse des racines nécessite des conditions de chaleur et d'humidité suffisantes. Le taux de réussite est d'environ 75%. La transplantation ne fonctionne pas avec le *bonara*, tous les arbres plantés sont issus du bouturage.

Grevillea : Dans les zones à l'intérieur des terres où il est encore peu répandu, il est favorisé par les paysans via des pratiques de transplantation depuis 2014. Etant très répandu sur les zones côtières, aucune pratique visant à le favoriser n'a été observée.

Ranonmity : Cette espèce est considérée par les paysans comme invasive et non désirable sur la parcelle car elle dégraderait la fertilité du sol. Elle ne fait pas l'objet de pratiques de plantation. A la différence du bois de construction (eucalyptus ou bambou), aucun cas de plantation monospécifique n'a été observé. Ce n'est ni dans la volonté des paysans ni à priori écologiquement réalisable compte tenu du caractère pionnier des espèces bois de chauffe. En synthèse, l'utilisation des arbres bois de chauffe en tant que combustible pour la distillation encourage certains paysans à le promouvoir sur la parcelle grâce à des pratiques de plantation. L'arbre bois de chauffe peut alors fournir d'autres services écosystémiques : ombrage des girofliers et fertilisation du sol.

Des paysans aux stratégies différentes révélatrices de la disponibilité en bois de chauffe

Ambatoharanana : une dynamique de plantation d'arbres bois de chauffe prononcée

Les paysans paysan distillateurs du *fokontany* d'Ambatoharanana sont ceux qui ont adopté des pratiques de plantation d'arbres bois de chauffe depuis le plus longtemps (2005 en moyenne). Aujourd'hui, 53% d'entre eux ont déjà planté des arbres bois de chauffe. Cette tendance semble vouloir s'accroître puisque 79% déclarent avoir l'intention de planter dans un futur proche. Les enquêtés affirment avoir commencé à planter des arbres bois de chauffe lorsqu'ils n'avaient plus suffisamment de bois disponible sur leur parcelle pour effectuer la distillation. Il s'agit de la zone d'étude où la dynamique de plantation d'arbres bois de chauffe semble être la plus intense.

On observe que 40% du bois consommé lors de la distillation provient d'arbres fruitiers. Ce chiffre paraît élevé au regard des statistiques relevées dans les trois autres zones, dont la proportion de bois d'arbres fruitiers utilisés pour la distillation ne dépasse pas les 30%.

On peut supposer que malgré la vague de plantation d'arbres bois de chauffe initiée il y a 10 ans, la consommation de bois de chauffe reste supérieure à son renouvellement. La coupe d'arbres fruitiers est alors un moyen pour le paysan distillateur de maintenir sa fréquence de distillation constante même si les arbres bois de chauffe venaient à manquer sur sa parcelle.

Ces observations sont étayées par l'observation des arbres sur les parcelles des paysans : des arbres fruitiers, particulièrement le jacquier et l'arbre à pain ont été fortement élagués par les paysans. Dans les cas les plus extrêmes, il ne reste plus que le tronc sur pied. Les paysans rencontrés alors qu'ils élaguaient leurs arbres fruitiers ont confirmé que leur motivation première pour couper les branches était de s'approvisionner en bois de chauffe pour la distillation (Figure 21). La plantation d'arbre bois de chauffe est arrivée en réponse à la diminution de la disponibilité en bois de chauffe. Malgré cela, le prélèvement d'arbre bois de chauffe demeure supérieur à leur capacité de renouvellement. Les paysans paysan distillateurs compensent le déséquilibre en coupant d'avantage de branches d'arbres fruitiers afin de maintenir leur activité de distillation.

Vohipeno : le bois de construction comme combustible majeur

Vohipeno est le *fokontany* où le taux de satisfaction est le plus bas : 20% des paysans paysan distillateurs sont satisfaits de la disponibilité en bois de chauffe.

Ceci est corroboré par le prix de vente du bois qui est de 11 000 Ar/m³ soit 3 fois plus élevé que dans les trois autres zones d'étude. En se référant à la loi de l'offre et de la demande, on peut supposer que la demande largement supérieure à l'offre a fait augmenter les prix de façon conséquente. On peut observer que le taux de plantation d'arbre bois de chauffe reste modéré : 47% des paysans paysan distillateurs (soit 7 enquêtés) en ont planté contre 56% à Ambatoharanana et 75% à Mahavane. En revanche 14 enquêtés sur 15 ont déjà planté du bois servant à la construction. De plus, presque 50% du bois consommé pendant la distillation provient d'arbres à vocation bois de construction, principalement de l'eucalyptus.

Comment expliquer que la dynamique de plantation et d'utilisation du bois pour la distillation soit orientée vers les arbres bois de construction et non les arbres bois de chauffe ?

La lecture du paysage a révélé une présence de friches à *Clydenia hirta* (herbacée) et *Ravenala* (monocotylédone type palmier) plus importante que dans les autres zones. D'après les paysans rencontrés, ce type de végétation est un marqueur de la pauvreté des sols.

Deux explications sont alors possibles pour expliquer la dominance de l'eucalyptus par rapport aux espèces d'arbres bois de chauffe : i) La pauvreté des sols peut réduire la capacité de survie des plantules d'arbres bois de chauffe ayant poussées naturellement, ii) L'eucalyptus est traditionnellement cultivé en pépinière. Lorsqu'ils sont transplantés, les petits pieds sont plus vigoureux et s'acclimatent plus facilement à la pauvreté des sols.

Axer la dynamique de plantation et de consommation pour la distillation autour du bois de construction semble donc être la stratégie développée par les paysans paysan distillateurs de Vohipeno pour pallier à la diminution des ressources bois de chauffe d'une part et à la pauvreté des sols d'autre part.

Ambatombarry : une diminution de la disponibilité en bois de chauffe peu marquée

Ambatombarry est le *fokontany* où le taux de satisfaction paysan de la disponibilité en bois de chauffe est le plus élevé, 69%, soit trois fois plus élevé qu'à Vohipeno. La disponibilité en bois de chauffe paraît être confirmée par l'observation des fagots consommés pour la distillation : 60% du bois qui compose le fagot provient d'arbres bois de chauffe.

			Ambatoharanana	Vohipeno	Ambatombary	Mahavane	Moyenne	Nombre d'enquêtés ayant répondu à la question	
			Nombre de paysans enquêtés	38	15	16	30		
Perception paysanne de la disponibilité en bois de chauffe			% enquêtés satisfaits de la disponibilité en BC	41	20	69	47	44,3	93
			Date début problème d'approvisionnement BC parmi distillateurs non satisfaits	2004	2005	1995	2000	2001	47
Gestion du bois de chauffe sur la parcelle	Plantation d'arbres bois de chauffe	% distillateurs ayant déjà planté du BC	56	47	20	75	49,5	89	
		Date moyenne début pratique plantation	2005	2009	2010	2007	2008	46	
		% de distillateurs souhaitant planter du BC dans un futur proche	79	50	22	60	52,8	38	
	Organisation spatiale de la parcelle	% de distillateurs ayant de la place sur leur parcelle	93	75	60	40	67	41	
Approvisionnement t en bois pour la distillation	Marché bois de chauffe	Prix moyen d'achat du bois (Ar/m3)	3633	11000	3423	3944	5500	46	
		% de distillateurs achetant du bois de chauffe	34	40	38	47	39,8	95	
		Ratio nombre de vendeurs/nombre d'acheteurs	0,42	0,5	1	0,28	0,5	95	
		Proportion de bois acheté parmi la totalité du fagot consommé lors de la distillation parmi les distillateurs acheteurs	56	54	39	48	49,3	35	
	Catégorie d'utilisation des arbres consommés lors de la distillation	<div><div><div></div>Fruitiers</div><div><div></div>Construction</div><div><div></div>Bois de chauffe</div></div> <div><div>100%</div><div>80%</div><div>60%</div><div>40%</div><div>20%</div><div>0%</div></div> <div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>						44	

Figure 13 Synthèse des données quantitatives collectées lors des enquêtes pour chaque zone d'étude (Auteur, 2015)

On remarque que la proportion de paysans ayant déjà planté du bois de chauffe est basse (20%) en comparaison des autres zones où elle est d'au moins 47%. Cette absence de volonté de planter des arbres bois de chauffe semble vouloir se maintenir puisque 78% des enquêtés n'envisagent pas de planter du bois de chauffe prochainement.

Deux explications peuvent justifier cette observation :

- La disponibilité en bois de chauffe sur les parcelles des paysans paysan distillateurs est suffisamment élevée pour qu'ils ne trouvent pas nécessaire d'appuyer le renouvellement de la ressource par des pratiques de plantation.
- Le marché du bois de chauffe est relativement équilibré (Un vendeur pour un acheteur) et les paysans paysan distillateurs n'ayant pas assez de bois trouvent facilement quelqu'un acceptant de leur en vendre. Ils ne ressentent alors pas le besoin d'en planter sur leur parcelle.

D'une manière générale, le *fokontany* d'Ambatombarry semble être le moins inquiet par la diminution de la disponibilité en bois de chauffe. Aucune stratégie particulière pour lutter contre cette diminution n'a donc été observée.

Mahavanona : une concurrence pour l'usage des terres entre girofliers et bois de chauffe

C'est dans le *fokontany* de Mahavanona où le taux de plantation d'arbres bois de chauffe le plus fort a été observé : 75% des paysans paysan distillateurs en ont déjà planté, et 60% envisagent d'en planter prochainement. 47% des enquêtés sont satisfaits de la disponibilité en bois de chauffe, ce qui est dans la moyenne des 4 zones étudiées. 40% des enquêtés déclarent posséder de la place sur leur parcelle pour pouvoir planter de nouvelles espèces (girofle, bois de chauffe, fruitiers...). 20% des paysans voudraient donc planter du bois de chauffe mais sans avoir de la place disponible sur leur parcelle. Mahavanona est la seule zone d'étude où la proportion de paysans paysan distillateurs souhaitant planter des arbres bois de chauffe est supérieure à celle des paysans ayant de la place sur leur parcelle. Comment expliquer cette pression sur la terre qui semble ne pas être ressentie par les paysans des autres zones ?

Selon les enquêtés et d'après les observations effectuées, ce *fokontany* a connu une vague importante de renouvellement de la ressource giroflière depuis deux ans due au don de jeunes plants de girofles par le CHTT. Les jeunes plants de girofliers occupent donc une surface importante sur les parcelles agricoles. La plantation de girofles est préférée par les paysans paysan distillateurs à celle de bois de chauffe pour des raisons financières. « *Entre le girofle et le bois de chauffe, je préfère planter du girofle car ça me rapporte de l'argent* » (Michelin, Mahavanona) Le principal obstacle menaçant le renouvellement futur de la ressource bois de chauffe dans le *fokontany* de Mahavanona paraît être le manque d'espace disponible sur la parcelle du paysan distillateur.

Synthèse de la comparaison entre zones d'étude

Les pratiques adoptées par les paysans ont mis en avant la diminution de la disponibilité en bois de chauffe depuis une dizaine d'années dans 3 zones sur 4. Les stratégies développées par les paysans pour maintenir l'activité de distillation d'huile essentielle de girofle en dépit de cette diminution sont les suivantes : i) La **plantation d'arbres bois de chauffe** (un paysan sur deux de l'échantillon total la pratique), ii) La **coupe ou l'élague d'arbres fruitiers ou d'arbres bois de construction** en remplacement des arbres bois de chauffe, iii) L'**achat de bois** à un autre paysan

Les menaces planant sur l'approvisionnement futur des paysans distillateurs en bois de chauffe sont les suivantes : i) Le déséquilibre du marché bois de chauffe : il y a aujourd'hui plus d'acheteurs que de vendeurs. Selon les enquêtés, il est de plus en plus difficile de trouver un paysan acceptant de vendre son bois, ii) La diminution de la surface cultivable par paysan de par le morcellement générationnel, incitant les paysans à se concentrer sur la plantation de girofle au détriment du bois de chauffe, iii) La diminution de la fertilité du sol freinant la régénération naturelle des espèces bois de chauffe pionnières

Typologie des comportements

La grande diversité des stratégies et comportements observés rend impossible l'analyse au cas par cas de chaque individu. Cette analyse est cependant indispensable pour comprendre les comportements et pratiques des paysans distillateurs et émettre des recommandations adaptées. D'après la définition du Larousse (2015) « *Une typologie est une démarche méthodique consistant à définir ou étudier un ensemble de types afin d'en faciliter l'analyse, la classification et l'étude.* »

Un regroupement par types a donc été effectué en fonction de trois critères : la dépendance à l'huile essentielle de girofle pour la survie économique de l'individu, le volume de bois de chauffe disponible sur la parcelle, la prise en compte de l'arbre bois de chauffe dans la gestion du système agricole. Cette typologie a été établie afin d'effectuer les calculs visant à quantifier l'état actuel de la ressource bois de chauffe dans la partie 3.

Type 1A : Individus paysan distillateurs ou non tirant la majorité de leurs revenus d'activités off-farm. Ils possèdent un important volume de bois sur pied mais sont peu impliqués dans la gestion et la valorisation du peuplement forestier. Ils vendent du bois à des connaissances proches.

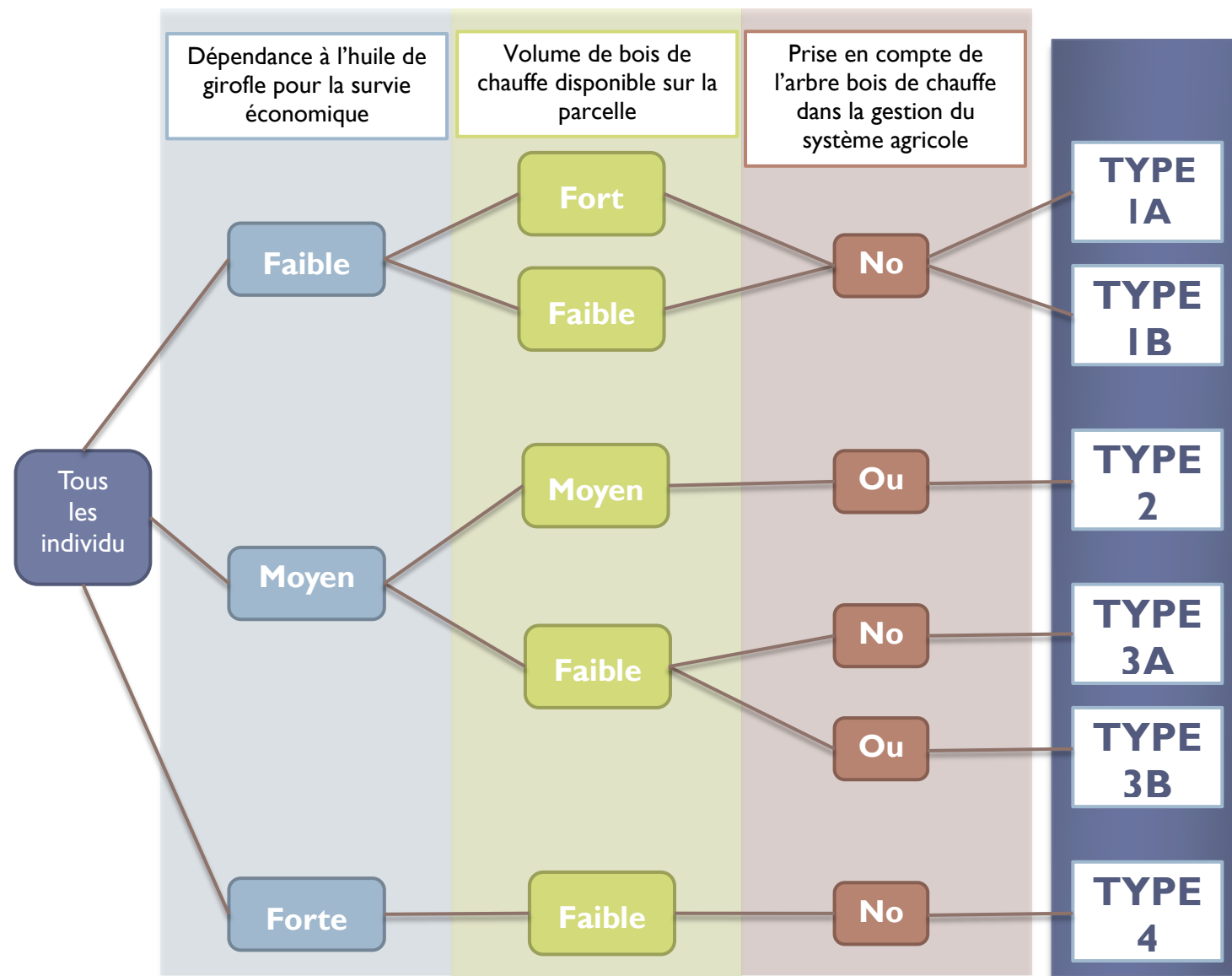
Type 1B : Individus paysan distillateurs dont la distillation d'huile essentielle de girofle représente une faible part des revenus du ménage. La gestion du bois de chauffe n'est pas une priorité : le capital ligneux sur pied est faible et l'achat de bois ponctuel est préféré à l'établissement d'une stratégie durable pour l'approvisionnement en bois.

Type 2 : Individus paysan distillateurs moyennement dépendant à la distillation d'essence de girofle pour survivre. Ils n'utilisent des arbres fruitiers ou des arbres bois de construction pour la distillation uniquement si ces arbres gênent des girofliers ou ne sont plus productifs. Certains vendent du bois quand ils estiment que ce n'est pas préjudiciable pour la disponibilité future de leur ressource.

Type 3A : Individus paysan distillateurs dont la distillation d'huile essentielle de girofle est indispensable pour compléter le revenu et assurer la sécurité alimentaire. Les ressources ligneuses sur pied sont faibles et l'importance accordée à la gestion de l'arbre est secondaire. En cas de manque de bois, l'achat ou la coupe d'arbres fruitiers productifs est observée.

Type 3B : Individus paysan distillateurs dont la distillation d'huile essentielle de girofle est indispensable pour compléter le revenu et assurer la sécurité alimentaire. Les ressources ligneuses sur pied sont faibles mais ils montrent un certain intérêt à réintégrer l'arbre sur la parcelle et à pérenniser le capital déjà sur pied. Ils sont cependant contraints d'acheter ponctuellement.

Type 4 : Individus paysan distillateurs les plus dépendants de la distillation de l'huile essentielle de girofle pour s'assurer des revenus, généralement en situation précaire. Ce sont souvent des distillations courtes mais répétées provoquant une forte demande annuelle en bois. Par manque de place ou d'argent, il y a très peu d'arbres bois de chauffe sur leur parcelle. Le distillateur coupe alors n'importe quel arbre ou arbuste susceptible d'être consommé pour la distillation et achète du bois à un autre paysan s'il a assez d'argent.



Le cheminement ayant abouti à l'élaboration des types selon les trois critères retenus est détaillé dans la figure 23. noter que certains individus non-paysan distillateurs aux revenus confortables possèdent un parc girofler important. Les girofliers sont alors presque exclusivement réservés à la production de clous mais certains paysans pratiquent le métayage sur les feuilles. Cela confirme donc que le paysan dont les moyens financiers le permettent ne distille pas. Ils déclarent vouloir préserver leurs girofliers pour la récolte de clous et également se dispenser de la tâche longue et fatigante que représente l'ensemble du processus de fabrication de l'huile essentielle de girofle.

La figure 24 présente la répartition des paysans classés par type pour chacune des quatre zones

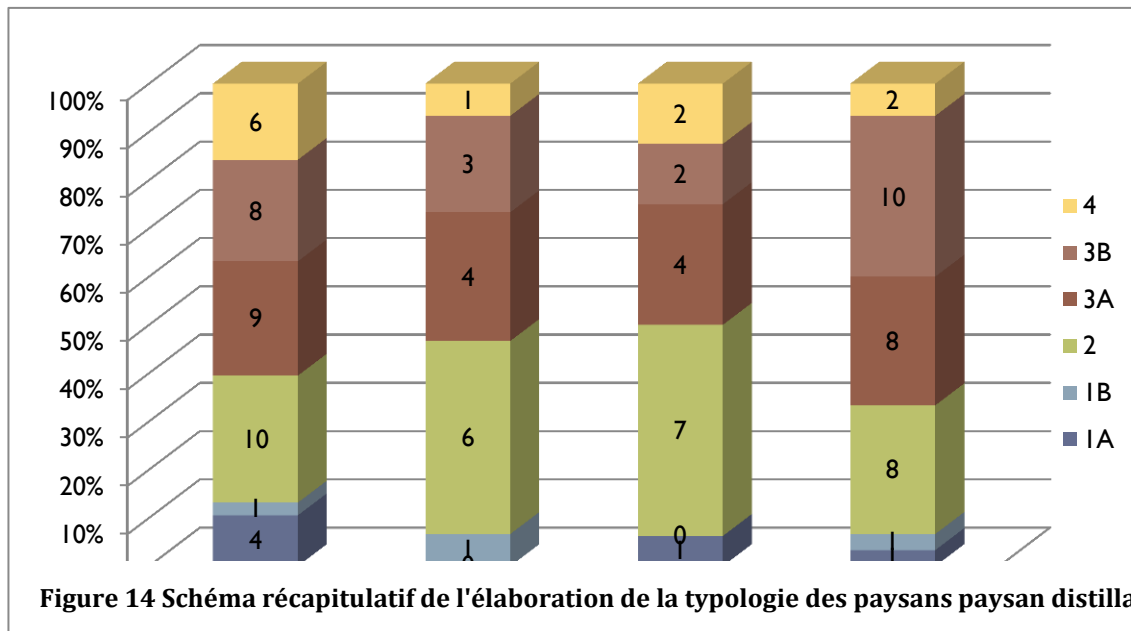


Figure 15 Répartition des types selon les zones

d'étude.

Les résultats sont dans l'ensemble relativement homogènes. Rappelons que les résultats du *fokontany* de Vohipeno sont légèrement biaisés, les observations visuelles effectuées sur la zone laissant prétendre à une prédominance du type 3 et 4.

UNE CONSOMMATION DE BOIS DE CHAUFFE DEPENDANTE DE FACTEURS EN AMONT

Nous avons détaillé dans la partie 4.1 l'ensemble des pratiques de gestion du bois de chauffe sur la parcelle et à l'alambic. Cette partie s'attache à expliquer l'apparition de ces pratiques en dégagant les facteurs qui font varier la consommation de bois de chauffe du paysan distillateur. Nous verrons que la consommation de bois de chauffe est directement dépendante de facteurs exogènes au processus de distillation (la fréquence de distillation annuelle) et de facteurs endogènes au processus de distillation (les caractéristiques techniques de l'alambic et le temps de séchage du bois). Le bois de chauffe a deux usages principaux : l'alimentation de l'alambic et l'alimentation des ménages. L'alimentation des ménages est une valeur constante (à hauteur de 1-1,5 m³/mois selon la taille du ménage), on peut la considérer invariable sur le long terme.

L'unique facteur faisant varier l'intensité de prélèvement est donc bien la fréquence de distillation. Il faut donc s'intéresser aux déterminants d'une fréquence de distillation plus ou moins intense. Notre problématique a été énoncée appuyée par l'hypothèse que le bois de

chauffe est la ressource limitante pour l'activité de distillation d'essence de girofle. Cette partie s'attache à montrer, au regard des pratiques paysannes et des dires de paysans paysan distillateurs, que c'est en réalité la disponibilité en feuilles de girofle qui limite la fréquence de distillation du paysan distillateur. Selon les enquêtés, si un paysan distillateur a suffisamment de feuilles de girofle pour distiller alors il effectuera la distillation même si son stock de bois est insuffisant. Si tel est le cas, il achètera du bois ou coupera d'avantage d'arbres fruitiers ou construction (cf partie 4.1.3). «Si on doit distiller et qu'on a pas de bois, on trouve toujours moyen d'en trouver» (Colas, Vohipeno).

29 des 39 paysans paysan distillateurs enquêtés sur ce thème (soit 74%) déclarent avoir diminué leur fréquence de distillation de 25 à 50% depuis 20 ans. L'ensemble de ces 29 paysan distillateurs invoque la diminution de la disponibilité en feuilles de girofle comme facteur explicatif de la diminution de leur activité de distillation.

La diminution de la disponibilité en feuilles de girofle est étayée par l'observation d'une nouvelle pratique : le ramassage des feuilles de girofliers tombées naturellement au sol, appelées *karetsika*, pour la production d'essence de girofle. Ce phénomène est très localisé : 90 % des paysans paysan distillateurs du *fokontany* d'Ambatoharanana pratiquent abondamment la collecte des *karetsika*. En moyenne 5% des paysans des autres *fokontany* enquêtés la pratique ce qui est négligeable. Cette pratique est relativement récente (2014) et concerne tout les types de paysan distillateurs des plus aisés aux plus pauvres. Tous déclarent avoir commencé car ils n'avaient plus assez de feuilles pour maintenir leur fréquence de distillation habituelle. La concentration de la pratique de ramassage des *karetsika* dans le *fokontany* d'Ambatoharanana est étonnante car – nous le verrons par la suite – c'est le *fokontany* où le nombre de girofliers productifs par paysan est le plus élevé. Les *karetsika* peuvent être mélangées avec des feuilles coupées mais dans la plupart des cas elles sont distillées individuellement sous forme de distillations courtes (10-12h) pour un rendement de seulement 1 à 2L d'essence et une consommation d'environ 2 m3 de bois.

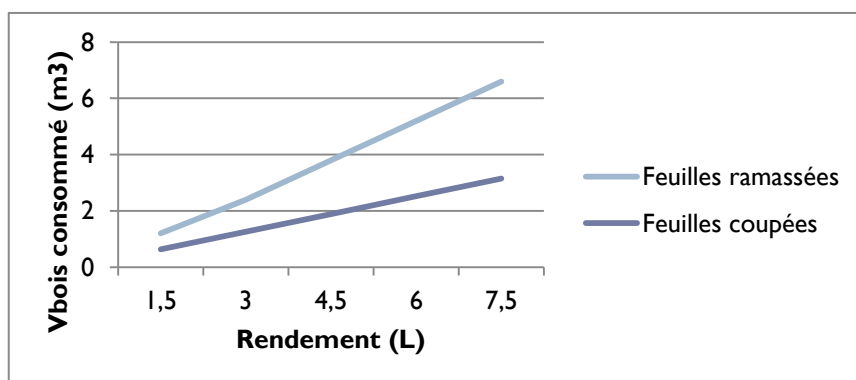


Figure 16 Volume de bois consommé en fonction du rendement en huile selon la méthode de collecte des feuilles

La figure 25 nous montre qu'à quantité égale d'essence produite, la distillation des *karetsika* consomme près de 2 fois plus de bois que la distillation de feuilles coupées sur les girofliers. Un distillateur exerçant cette pratique peut faire jusqu'à une distillation par semaine en période de soudure soit environ 20 distillations/an, à comparer avec les 2 ou 3 distillations annuelles habituelles. Cette pratique est donc extrêmement xylophage au vu du rendement d'essence produite et de la répétition de ces courtes distillations en comparaison des distillations complètes traditionnelles de feuilles coupées sur les girofliers.

Le ramassage des *karetsika* est révélateur de la tendance à l'appauvrissement des ressources en feuilles de girofle. Cette pratique a trois effets néfastes :

- La hausse de la consommation de bois de chauffe pour un même volume d'essence produite par rapport aux feuilles coupées sur les arbres
- La diminution de la teneur en eugénol de l'essence de girofle de 85% à 75%, diminuant sa qualité (CTHT, 2015). D'après les enquêtés, il n'y a pour l'instant pas de différence de prix d'achat de l'essence issue de la distillation de *karetsika* et l'essence issue de la distillation de feuilles coupées sur les arbres
- L'accélération de l'appauvrissement des sols puisque les feuilles tombées au sol sont sources de matières organiques

La ressource en feuilles de girofle paraît donc limitante pour une intensification de la production d'essence de girofle dans le district de Fénérive-Est.

L'augmentation des exportations d'essence constatée depuis 2010 (cf figure 2) ne se traduit pas par une augmentation du nombre de distillations à l'échelle de l'individu mais plutôt par une expansion du bassin de production giroflier vers le Nord.

Nous allons montrer dans la partie suivante que la disponibilité en feuilles est le facteur déterminant du nombre de distillations annuelles effectuées par le paysan distillateur.

Le nombre de girofliers en propriété comme facteur déterminant de la fréquence de distillation

Nous avons vu que la variable principale déterminante de la fréquence de distillation semble donc être la disponibilité en feuilles du paysan distillateur. La disponibilité en bois de chauffe est une variable subie de la fréquence de distillation ; la quantité de bois de chauffe présente sur la parcelle d'un paysan distillateur n'explique en aucun cas sa fréquence de distillation.

Nous allons à présent tenter de montrer que la disponibilité en feuilles est liée au nombre de girofliers productifs par paysan, ou par extension que le nombre de girofliers productifs par paysan explique sa fréquence de distillation. La figure 26 présente la quantité d'huile produite annuellement en fonction du nombre de girofliers productifs. 48 paysans distillateurs ont été enquêtés sur ce thème soit 48 points.

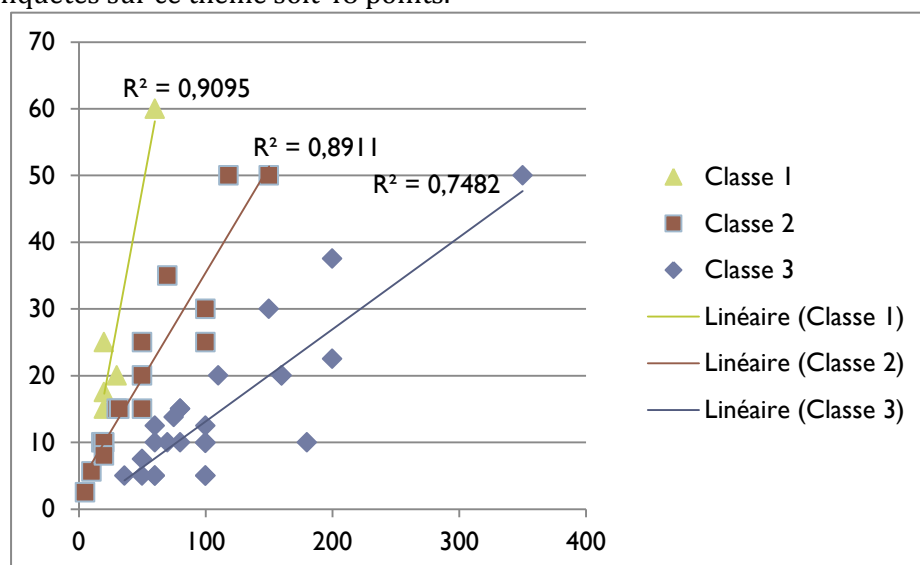


Figure 17 Quantité d'huile produite/an en fonction du nombre de girofliers productifs (Auteur, 2015)

La variabilité des points est très grande, les points ne sont pas représentatifs d'une tendance. J'ai donc choisi de regrouper les paysans paysan distillateurs représentés sur la figure 26 en trois classes selon la quantité d'huile produite par arbre productif pour chaque paysan (soit le rapport de la quantité d'huile produite par an par le nombre de girofliers productifs pour chaque distillateur). Cela permettra de comprendre en quoi le nombre de girofliers productifs est déterminant de la fréquence de distillation par paysan.

Les trois classes ont été établies selon des seuils de quantité de branchettes prélevées suggérés par la littérature pour ne pas dépasser la capacité de renouvellement annuelle de branchettes par le giroflier d'une part et ne pas trop nuire à la productivité de clous l'année suivante d'autre part.

Ces trois classes de paysans paysan distillateurs sont :

- **Classe 1 :** Paysans paysan distillateurs dont la collecte de branchettes pour la distillation impacte peu pour la productivité des clous l'année suivante (18 kg de branchettes prélevées selon Fourcin (2014)), soit une production d'essence par arbre inférieure à 0,25L/arbre/an.
- **Classe 2 :** Paysans paysan distillateurs prélevant moins de branchettes que ce que le giroflier est capable de renouveler annuellement (40 kg selon les mesures de Maistre (1955)), mais plus de branchettes que le seuil maximal suggéré pour limiter l'impact de la collecte des feuilles sur la productivité du clou soit une production d'essence par arbre comprise entre 0,25L/arbre/an et 0,6L/arbre/an.
- **Classe 3 :** Paysans paysan distillateurs prélevant plus de branchettes que ce que le giroflier est capable de renouveler annuellement soit une production d'essence par arbre supérieur à 0,6L/arbre/an.

Le tableau 5 expose la proportion relative et le nombre de girofliers moyen en propriété pour chaque classe.

	CLASSE 1 Durabilité des feuilles de girofle non garantie	CLASSE 2 Impact probable de la collecte de feuilles sur la diminution de la productivité	CLASSE 3 Peu d'impact de la collecte des feuilles sur la productivité des clous
Proportion parmi les distillateurs enquêtés	10%	38%	52%
Nombre de girofliers moyen	30	49	111
Quantité moyenne d'essence produite/ giroflier productif (L)	0,91	0,44	0,13

Tableau 4 Proportion relative et nombre de girofliers moyen en propriété pour chaque classe de distillateur (Auteur, 2015)

On constate que le nombre moyen de girofliers par paysan est corrélée négativement avec la quantité d'huile produite annuellement par giroflier.

Le nombre de girofliers productifs d'un paysan distillateur impacte directement la quantité de feuilles qu'il prélèvera par giroflier productif. Un faible nombre de girofliers poussera le paysan à couper plus de feuilles par arbre pour assurer ses revenus. Une diminution du nombre de girofliers par paysan provoquera donc une hausse de la quantité de feuilles prélevées par giroflier productif soit une hausse du nombre de distillations par giroflier productif.

Pour éviter une hausse de l'fréquence de distillation par paysan, il faudrait donc que le nombre de girofliers productifs par paysan ne soit pas trop bas. Cela nous pousse à nous intéresser aux facteurs déterminants du nombre de girofliers par paysan pour mieux comprendre la variabilité de fréquence de distillation existante entre chaque zones d'étude. L'explication précise de ces facteurs déterminants dépasse le cadre de cette étude ; nous pouvons cependant fournir quelques éléments de réponse grâce à la comparaison des données collectées lors des enquêtes sur les quatre zones. La figure 27 fait ressortir une répartition du nombre de girofliers hétérogène selon les zones d'études.

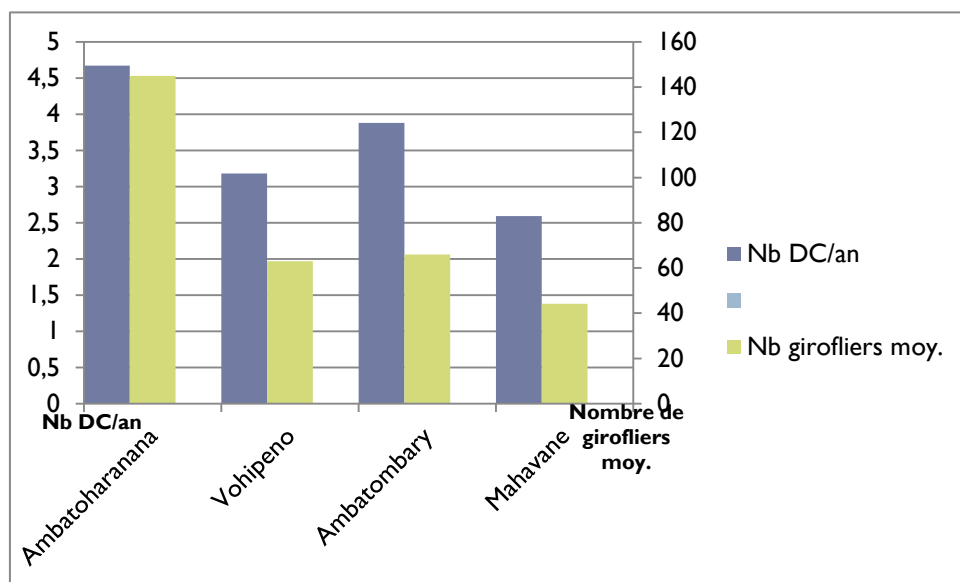


Figure 18 Nombre de girofliers et nombre de distillations annuelles pour chaque zone d'étude (Auteur, 2015)

Le *fokontany* de Mahavane est celui où l'activité de distillation des feuilles de girofle et le nombre de girofliers par paysan sont les plus bas. Cela peut être expliqué par la proximité du littoral (2 km), zone où les dégâts provoqués par le passage des cyclones sont les plus marqués. Selon les paysans enquêtés dans cette zone, les cyclones Honorine (1986) et Bonita (1996) ont tué beaucoup de girofliers. On peut s'interroger sur les facteurs ayant poussé les paysans à ne pas renouveler la ressource giroflière depuis le passage de ces cyclones.

Un faible nombre de girofliers limite les revenus annuels issus de la vente du clou d'un paysan distillateur. Il est alors contraint de distiller plus donc de prélever plus de feuilles par arbre pour assurer ses revenus. A l'échelle d'un *fokontany*, une diminution générale du nombre de girofliers par paysan pourrait déclencher une hausse globale de l'fréquence de distillation observée sur ce *fokontany*.

La bivalence du giroflier comme facteur régulateur

Nous avons vu que la production d'huile essentielle de girofle annuelle est une des variables possible d'ajustement du revenu en fonction des autres revenus de l'agriculteur, particulièrement la production annuelle de clous. Il est possible d'estimer la quantité de clous en observant l'abondance des griffes (organe supportant le futur clou) pendant les mois de juillet-août. En cas de bonne année, les paysan distillateurs déclarent couper moins de feuilles qu'à l'habitude afin de ne pas nuire à la récolte de clous. Le revenu étant assuré par la forte

production de clous, il est donc moins nécessaire de le compléter par la vente d'essence de girofle. La figure 28 appuie cette déclaration.

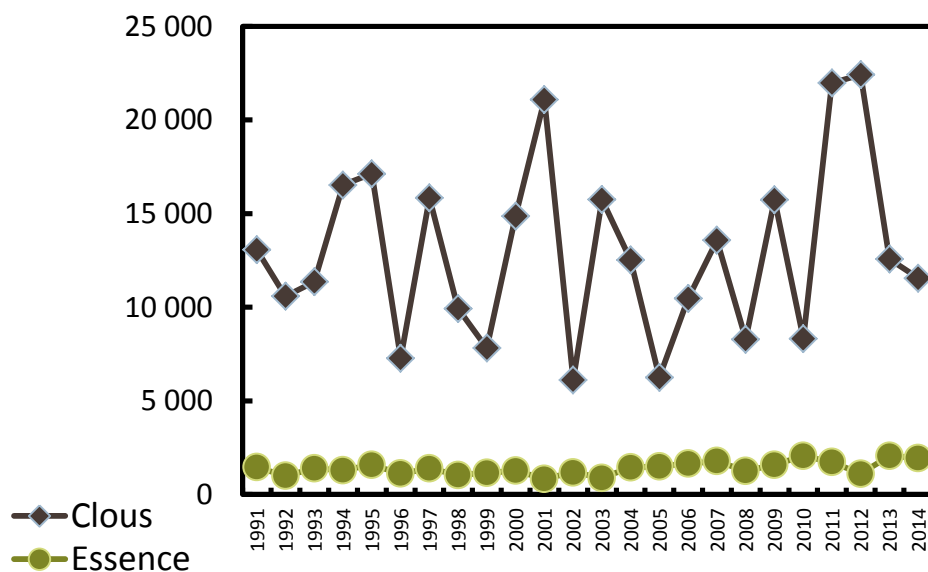


Figure 19 Evolution des quantités exportées de clous et d'essence malgaches(en tonnes) (Gouzien, 2015)

On observe un pic dans les quantités exportées de clous en 2011 et 2012 (22 000 t). La production d'essence a alors atteint cette même année sa valeur la plus basse depuis 2003 (1100 t). A l'inverse, les années 2013 et 2014 ont vu la production de clous diminuée de moitié (12 000 t et 11 000t) ce qui a provoqué une production annuelle d'essence quasiment doublée (de 1100t à 2000t) par rapport à 2012. Les années de faible production de clous, le paysan distillateur intensifie vraisemblablement son activité de production d'essence de girofle.

La fluctuation des cours internationaux de ces deux produits influe également sur la disposition de l'agriculteur à favoriser l'un ou l'autre. En 2011 par exemple, le cours de l'essence a frôlé la barre des 40 000 Ar/L ayant pour conséquence directe l'augmentation des volumes exportés (*cf figure 2*). La production annuelle de clous et le cours international de l'essence semblent être les deux facteurs macro-économiques déterminant la production annuelle d'essence de girofle.

Malgré la baisse de l'fréquence de distillation depuis une vingtaine d'années, les paysans paysan distillateurs nous ont montré à travers leurs pratiques (partie 4.1) que la diminution de la disponibilité en bois de chauffe est bien réelle. On peut penser qu'une vague de renouvellement des girofliers provoquerait alors une hausse de l'fréquence de distillation individuelle. Les conséquences sur la disponibilité en bois de chauffe pour le maintien de l'activité d'essence de girofle seraient alors préoccupantes.

Facteurs techniques à l'échelle du processus de distillation

Nous avons exposé dans la partie 4.1.1 les facteurs régulateurs de la fréquence de distillation annuelle conditionnant la demande annuelle en bois de chauffe. Cette partie s'attachera à exposer les facteurs qui intrinsèquement au processus de distillation peuvent faire varier le volume de bois de chauffe nécessaire à une distillation. Ces résultats sont issus des enquêtes avec les paysans paysan distillateurs et propriétaires d'alambics ainsi que sur observations réalisées lors des enquêtes ayant eu lieu à l'alambic pendant la distillation.

Aujourd'hui la plupart des alambics possèdent une cuve en tôle noire et une tête en aluminium. On relève cependant certaines têtes en baril, moins coûteuses mais à la rétention de chaleur moindre (1 alambic sur 10 visités)

Bien souvent, la tête ne s'encastre pas parfaitement dans l'emplacement prévu à cet effet au sommet de la cuve. L'étanchéité est alors assurée par des joints en feuilles de banane séchée. Les fuites de vapeur et de chaleur observées et ressenties à l'approche de la tête laissent présager une isolation thermique perfectible. Le constat est le même pour la jointure entre la tête et le tuyau col-de-cygne (cf figure 8 pour le détail des parties de l'alambic). Les pertes énergétiques les plus importantes semblent être situées au niveau du foyer, lieu de consommation du bois de chauffe. Il n'existe pas de porte pour isoler le foyer de l'air ambiant. Les fuites de chaleur vers l'extérieur de l'alambic sont alors favorisées.

Les paysans paysan distillateurs préfèrent utiliser un mélange de gros (plus de 20 cm) et de petits diamètres (entre 0 et 20 cm) pour maintenir la chaleur dans le foyer et l'intensité du feu. De plus en plus de paysan distillateurs utilisent cependant quasi exclusivement de petits diamètres se consumant rapidement retenant ainsi moins bien la chaleur car ils disent ne plus avoir d'arbre à gros diamètre sur leurs parcelles.

Dans un souci de conservation de l'énergie, les paysans paysan distillateurs enquêtés ayant une grande quantité de feuilles à distiller disent préférer faire deux ou trois distillations complètes à la suite (48 à 72 heures) plutôt que de fractionner les distillations en deux ou trois sessions de 24 heures. Les paysans paysan distillateurs effectuant ces distillations prolongées sont également ceux qui ont le plus de girofliers et donc, à priori, le moins besoin de rentrée d'argent immédiate.

Le pouvoir calorifique du bois est largement tributaire de son taux d'humidité : pour la même quantité de chaleur produite, il peut nécessiter jusqu'à 2 fois plus de bois selon qu'il soit humide ou totalement sec. Les paysans paysan distillateurs rencontrés laissent leur bois sécher entre 2 et 30 jours. La figure 30 détaille le temps de séchage du bois de chauffe des 51 individus enquêtés sur ce thème.

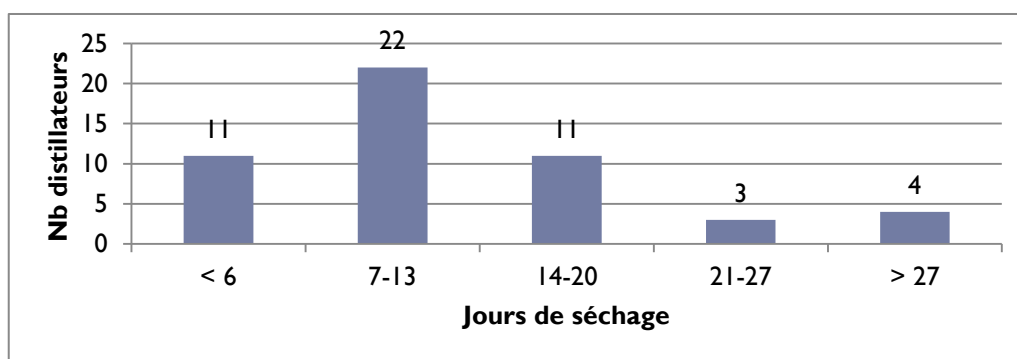


Figure 20 Répartition des paysan distillateurs selon le temps de séchage du bois

La majorité des paysan distillateurs ne laissent pas sécher leur bois plus de trois semaines. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'un distillateur distille quand le besoin financier s'en fait sentir. La date de la distillation est rarement déterminée à l'avance : il est alors difficile d'anticiper la coupe du bois pour le faire sécher.

Le bois est laissé à sécher à l'extérieur et est donc exposé aux aléas climatiques. Selon les paysans paysan distillateurs enquêtés, les facteurs déterminants le temps de séchage du bois

sont : la pluviosité (peut doubler le temps de séchage), le niveau d'empressement du distillateur (pas de temps de séchage si besoin d'achat de médicaments en urgence par exemple) ou encore le type d'arbre. Les arbres fruitiers (litchi, arbre à pain) sont de meilleurs combustibles que les arbres à croissance rapide (*bonara*, *albizzia*) et ont donc besoin de sécher moins longtemps. Seul 3 paysan distillateurs ont expliqué faire sécher les arbres à croissance rapide plus longtemps que les arbres fruitiers.

Le facteur « temps de séchage du bois » a une conséquence sur le pouvoir calorifique du bois, donc sur le volume de bois nécessaire à une distillation complète. Très peu de paysan distillateurs considèrent cependant ce critère lorsqu'ils sont amenés à distiller ;

Un temps de distillation pouvant être raccourci

Une distillation complète dure 24 heures pendant lesquelles le feu doit être entretenu constamment pour assurer un chauffage continu des feuilles de girofle permettant la libération des molécules volatiles. D'après le CTHT, 90% du rendement total en essence est produit dans les 16 premières heures, soit une réduction du temps de distillation de 33%. Une réduction du temps de distillation pourrait donc engendrer une diminution de 33% du bois de chauffe consommés. Les paysans paysan distillateurs ne sont pour la plupart pas au courant de cette information.

Les facteurs endogènes au processus de distillation représentent de potentiels éléments d'amélioration pour diminuer la consommation de bois nécessaire à une distillation. Nous verrons dans la discussion que de nouveaux modèles d'alambics à consommation de bois réduite ont été récemment développés.

Place et organisation des ressources ligneuses dans l'histoire

Comprendre l'évolution de la répartition et la composition des ressources ligneuses au cours du temps permettra d'expliquer le déterminisme actuel des espèces d'arbres utilisées pour la distillation. Cette partie s'appuie sur une recherche bibliographique menée aux archives de botanique du parc botanique et zoologique de Tsimbazaza à Antananarivo ainsi que sur les dires des anciens des villages enquêtés.

Jusqu'à la fin du XIXe siècle, la forêt primaire était encore abondante sur les zones littorales de la côte est de Madagascar. A cette époque, les villageois se nourrissaient alors exclusivement de leur propre production issue de la culture sur *tavy* (agriculture sur brûlis). Les parcelles nouvellement défrichées étaient cultivées un ou deux ans avant d'être laissées en jachère de 15 à 30 ans laissant place à une forêt secondaire appelée *savoka* (Locatelli, 2000).

La culture du café était la culture de rente principale pendant la première moitié du XXe siècle. L'écologie du caféier exige des conditions d'ombrage particulières pour prévenir du dépérissement. L'*albizzia* était alors systématiquement associé aux caféiers afin de leur assurer l'ombrage nécessaire. Les années 1960 marquent la baisse du cours du café et la hausse du cours des produits du giroflier faisant ainsi décoller la production d'essence de girofle. Les *albizzia* furent alors coupés pour être utilisés en tant que bois de chauffe pour la distillation des feuilles de girofle et les plantations de café peu à peu abandonnées pour celles de girofle (Lobiatti, 2013).

Locatelli montre dans sa thèse sur la pression démographique et la construction du paysage dans la région de Mananara (200 km au Nord de Fénérive) que l'augmentation de la population paysanne induit une diminution de la surface des forêts due à une augmentation des surfaces cultivables. La forêt primaire a donc progressivement reculé face à l'augmentation de la pression démographique jusqu'à totalement disparaître (Locatelli, 2000). D'après les agriculteurs

enquêtés dans le cadre de notre étude, la forêt primaire a complètement disparu dans le district de Fénérive-Est vers la fin des années 1930.

Composition spécifique des forêts primaires

Dans le district de Fénérive-Est, les paysans enquêtés au Nord de la commune d'Ambatoharanana déclarent s'être approvisionnés en bois pour la distillation dans une forêt communautaire primaire, la forêt de Monpère située à 2 km à l'Ouest de la commune, jusqu'à la fin des années 70. Un trop fort prélèvement en bois pour la construction, la consommation des ménages et la distillation des feuilles de girofle est selon eux à l'origine de sa disparition (*Enquêtes personnelles, 2015*).

Aujourd'hui, seule la forêt de Tampolo située à 20km au Nord de Fénérive demeure un patrimoine forestier intouché et est à ce jour le seul exemple de forêt primaire communautaire encore sur pied dans le district de Fénérive-Est (*Ratsirarson, 1998*). On observe dans cette forêt un cortège d'essences quasi-identique à celui présent dans les forêts primaires du début du siècle : le *nanto* (*Manilkara sideroxylon* Griseb. Dubard), le *zan*, le *mantaly* (*Terminalia mantaly* H.Perrier) ou encore le *voapaka* (*Uapaca thouarsii* Baill.) (*Ratsirarson, 1998 ; Boiteau, 1999*)

D'autres essences comme le bois de rose (*Dalbergia maritima*) ou le palissandre (*Dalbergia madagascariensis* Vatke) ont aujourd'hui complètement disparu y compris dans cette forêt préservée : leur bois à très forte valeur est particulièrement recherché (*Enquêtes personnelles, 2015*).

Parmi les espèces d'arbres composant le cortège floristique de la forêt primaire, seul *Uapaca thouarsii* a été relevé aujourd'hui sur les parcelles de deux paysans de l'échantillon. Ces paysans (non-paysan distillateurs) expliquent l'avoir introduit non pas pour une utilisation future bois de chauffe ou bois de construction mais par « passion de la forêt ».

L'évolution des pratiques agricoles au cours du XXe siècle associé à la pression démographique exercée sur les terres a provoqué la disparition quasi-totale de la forêt primaire et des essences d'arbres natives qui la composaient. Aucune de ces espèces n'est donc aujourd'hui utilisée pour mener à bien la distillation des feuilles de girofle.

Des espèces pionnières introduites aujourd'hui omniprésentes

Les laps de temps étant très courts entre deux cycles de cultures à l'échelle d'une dynamique forestière, les forêts secondaires étaient exclusivement composées d'espèces pionnières héliophiles : l'*albizzia* (*Paraserianthes falcataria*), le *bonara* (*Albizzia lebeck*) et le *ranonminty* (*Litsea glutinosa*) en étaient les espèces principales. Les deux premières ont été importées par les colons au cours du XIXe siècle, tandis que le *ranonminty* aurait toujours été présent dans cette zone de l'île (*Chauvet, 1968*). Ce sont ces mêmes espèces que l'on retrouve aujourd'hui intercalées entre les girofliers et les cultures vivrières.

La quatrième espèce utilisée pour le bois de chauffe, le *grevillea*, a été introduite à Madagascar au milieu du XXe siècle (*Andrianandrasana, 2014*) Elle a été classée comme présentant un risque élevé d'invasion à Madagascar d'après la hiérarchisation des espèces introduites à risque de Tassin et. Al (2009). Elle constituerait une menace réelle pour la régénération des espèces végétales indigènes et la conservation de la biodiversité malgache (*Andrianandrasana, 2014*).

La lecture du paysage lors de notre étude a révélé une forte présence de *grevillea* sur les zones littorales. Sa présence à l'intérieur des terres est pour l'instant limitée. Le caractère envahissant du *grevillea* est perçu comme une menace par les enquêtés de la zone littorale de Mahavanona. Selon ces enquêtés, le *grevillea* coloniserait les espaces vides laissés sur les parcelles et empêcherait les jeunes girofliers de pousser. Son utilité en tant que combustible pour la distillation de l'essence de girofle est cependant indéniable. On peut s'interroger dans quelle

mesure il serait souhaitable d'encourager la prolifération de *grevillea* vers l'intérieur des terres en tant qu'espèce bois de chauffe compte tenu de son caractère très invasif et destructeur de biodiversité (Lisan, 2011).

Evolution tendancielle des ressources bois de chauffe

Le traitement des données issues des inventaires des arbres présents sur les parcelles des paysans distillateurs nous informe sur le volume de bois sur pied mobilisable par le paysan pour la distillation. Rappelons que la typologie des paysans distillateurs (cf partie 4.1.3) a été établie notamment sur la base du critère du niveau de disponibilité du bois de chauffe personnel. Un volume moyen de bois disponible par type de paysan a été déterminé. Ces résultats classés par type sont disponibles dans le tableau 6.

Type	Nombre parcelles inventoriées	Volume de bois moyen/individu (m3/ha)
1A	2	47,5
2	5	22,5
3A,3B,1B	3	3,5
4	1	1

Tableau 5 Volume de bois moyen par individu (m3/ha) pour chaque type de distillateur

En croisant les données du tableau 6 avec l'effectif de chaque type de distillateur pour chaque zone (figure 24) on obtient le volume de bois de chauffe moyen disponible par paysan pour chaque zone (figure 31).

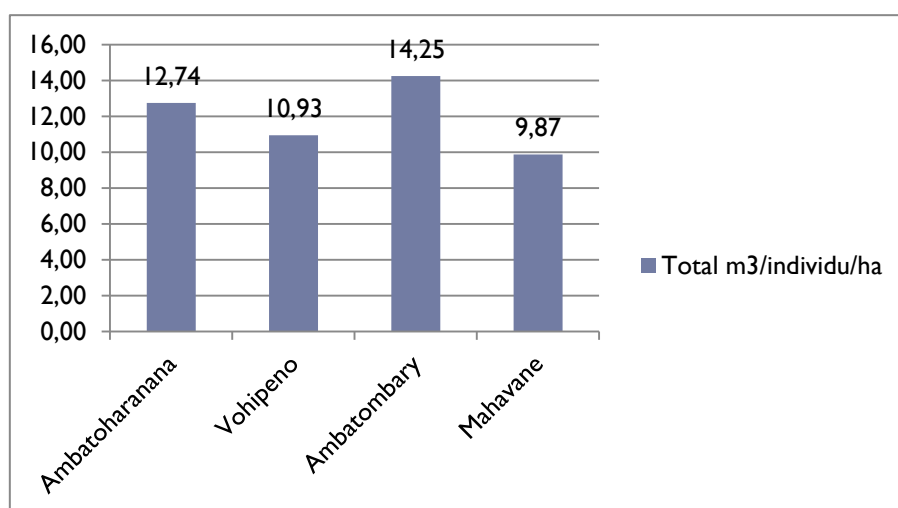


Figure 21 Volume moyen de bois de chauffe sur pied par paysan enquêté

Les résultats de la figure 31 corroborent les conclusions avancées dans la partie 4.1.3 sur la disponibilité du bois de chauffe pour chaque zone : Ambatombary est la zone où les paysans paysan distillateurs semblent les moins inquiétés par la diminution de la ressource bois de chauffe. A l'inverse Vohipeno et Mahavane sont les zones où le stock de bois sur pied est le plus faible. Il serait cependant erroné de tirer des conclusions sur la disponibilité en bois de chauffe seulement à partir de la figure 31. Il est nécessaire d'intégrer une dimension dynamique afin de savoir quel *fokontany* est finalement le plus inquieté dans les années à venir par la diminution de la ressource bois de chauffe. L'intégration de la variable fréquence de distillation comme facteur faisant varier la consommation de bois et donc son niveau de disponibilité dans les calculs de bilan exposés dans la sous-partie suivante permettra d'intégrer cet aspect dynamique.

Des arbres bois de chauffe à forte vitesse de croissance

Nous allons tenter de caractériser dans cette partie la tendance à l'augmentation ou à la diminution du volume de bois de chauffe moyen disponible par paysan pour chaque zone.

Nous nous appuyerons sur l'équation bilan suivante qui exprime la différence entre le volume de bois de chauffe renouvelé annuellement (VBC_{prod}) et le volume de bois de chauffe consommé annuellement (VBC_{conso}).

$$Diff = VBC_{prod} - VBC_{conso}$$

VBC_{prod} : La connaissance du volume de bois de chauffe renouvelé annuellement suppose de connaître l'accroissement volumique annuel des principaux arbres bois de chauffe (l'*albizzia*, le *bonara*, le *grevillea* et le *ranonminty*). Le tableau 7 et la figure 32 présentent les accroissements volumiques des principaux arbres bois de chauffe calculés à partir de l'âge et du volume de certains arbres inventoriés.

	Accroissement volumique (m3/an)	
	0-3 ans	3-8 ans
Albizzia	0,24	0,14
Bonara	0,135	0,095
Grevillea	0,135	0,123
Ranonminty	0,234	

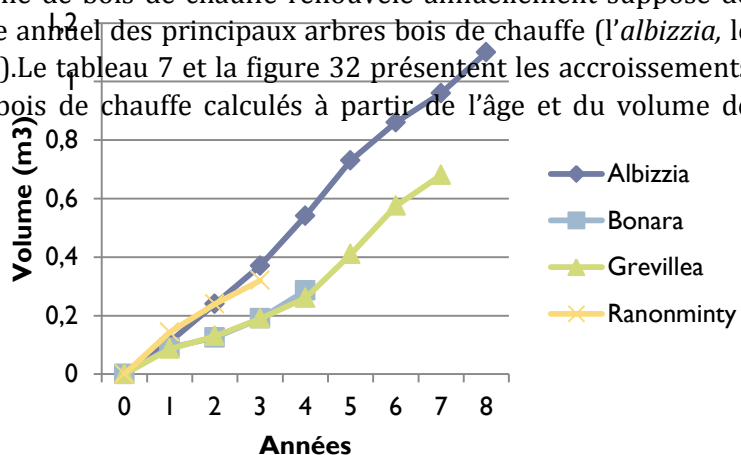


Tableau 6 Accroissement volumique moyen des principales espèces bois de chauffe (Auteur, 2015)

Figure 22 Volume de bois des principales essences bois de chauffe en fonction de l'âge (Auteur, 2015)

Au-delà de l'intérêt calculatoire des données d'accroissement volumique, la figure 32 nous montre que l'*albizzia* est l'arbre semblant avoir la vitesse de croissance volumique la plus importante. Rappelons que c'est également un arbre fixateur d'azote ayant un pouvoir fertilisant sur le sol. Cela en fait un arbre très intéressant pour d'éventuels programmes de plantation.

Dans un souci de simplicité, ces accroissements volumiques ont été moyennés afin de calculer les résultats exposés dans le tableau 8.

En se référant à l'équation-bilan du différentiel de consommation de bois de chauffe, VBC_{prod} se définit comme le produit du taux d'accroissement volumique moyen et du volume moyen de bois de chauffe sur pied disponible par paysan.

Soit $VBC_{prod} = VBC_{Ind} * \%Acc.vol$

VBC_{conso} est le volume de bois issu d'arbres bois de chauffe consommé annuellement pour la distillation. VBC_{conso} est directement corrélé au nombre de distillations effectuées annuellement par le paysan distillateur.

Rappelons la figure 33 qui nous montre que tout le bois consommé à l'alambic ne provient pas nécessairement d'arbres bois de chauffe mais aussi d'arbres fruitiers ou d'arbres bois de construction.

Nous avons vu qu'Ambatombary était le *fokontany* le moins inquiété par la diminution de bois de chauffe. On peut donc considérer que les 40% de bois composant le fagot du distillateur qui proviennent d'arbres bois de construction ou d'arbres fruitiers (figure 33) sont le fruit d'un choix raisonné du paysan distillateur qui semble ne pas manquer d'arbres bois de chauffe pour s'approvisionner. Couper une telle proportion d'arbres bois de construction et d'arbres fruitiers ne serait alors pas nuisible à leur durabilité.

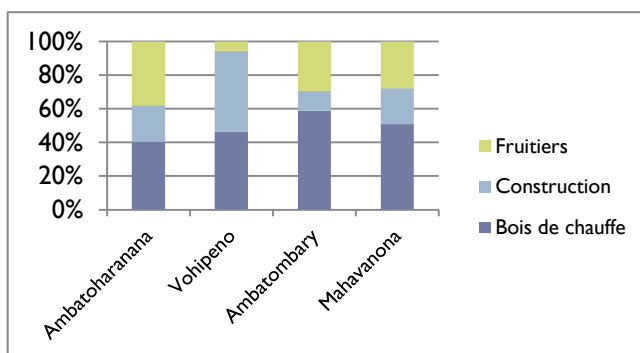


Figure 23 Utilisation principale théorique des arbres utilisés pour la distillation selon les zones (Auteur, 2015)

Le volume de bois idéal issu d'arbres bois de chauffe consommé pour la distillation pour ne pas porter atteinte à la durabilité des arbres fruitiers et arbres bois de construction serait alors 60% du volume de bois total utilisé pour une distillation soit 1,26 m³.

Finalement, on a :

$$VBC_{conso} = \frac{\sum NbDC_{an}}{N} * 2,1 * 0,6$$

Soit le produit de la moyenne du nombre de distillations effectuées annuellement par zone et du volume de bois issus d'arbres bois de chauffe consommés pour une distillation.

Les calculs de différentiel de consommation de bois de chauffe sont exposés dans le tableau 8

	Volume de bois BC sur pied moyen/individu (m3)	Accroissement volumique/an/individu (m3/an)	Nb DC/an	Différence de bois annuelle (m3/an)
Ambatoharanana	12,74	4,97	4,67	-0,92
Vohipeno	10,93	4,26	3,18	0,26
Ambatombary	14,25	5,56	3,88	0,67
Mahavanona	9,87	3,85	2,59	0,58

Tableau 7 Différentiel de consommation de bois de chauffe selon la zone d'étude (Auteur, 2015)

Ambatoharanana : Le volume de bois sur pied moyen par individu plutôt important en comparaison des autres zones (12,74 m3/ha) ne parvient pas à couvrir les besoins en bois de chauffe supérieurs à la moyenne des quatre zones au vu de la forte fréquence de distillation annuelle (4,67 DC/an). Cela explique pourquoi les paysans paysan distillateurs compensent en coupant plus d'arbres fruitiers. La tendance à la coupe d'arbres fruitiers pour compléter est récente (2-3 ans) selon les enquêtés mais elle ne paraît pas durable à moyen terme. L'effort de plantation d'arbres bois de chauffe déjà important dans ce *fokontany* devrait être amplifié pour équilibrer la capacité de renouvellement avec les besoins annuels en bois de chauffe pour la distillation.

Vohipeno : Le différentiel de consommation de bois de chauffe est étonnement équilibré au vu des 80% d'enquêtés se déclarant peu satisfait de la disponibilité en bois de chauffe. On peut penser que ce *fokontany* a délibérément axé sa dynamique de plantation et de consommation autour de l'arbre bois de construction. Le différentiel exposé dans le tableau 8 aurait alors peu de signification puisque seuls les arbres bois de chauffe ont été intégrés dans le calcul.

Ambatombary : Le différentiel confirme l'impression issue de l'observation des pratiques : il n'y a actuellement pas de réel problème de disponibilité en bois de chauffe dans ce *fokontany*.

Mahavane : Il y a actuellement plus de bois produit annuellement que de bois consommé pour la distillation. Cela s'explique par un faible nombre moyen de distillations annuelles par paysan. D'après les enquêtés de cette zone et la lecture du paysage, la disponibilité en feuilles de girofle semble être le réel facteur limitant le nombre de distillations annuelles.

La disponibilité actuelle de bois de chauffe est la résultante de la pression de prélèvement exercée par l'activité de distillation d'essence de girofle et la capacité de renouvellement des arbres bois de chauffe (directement liée à leur densité sur la parcelle). Jouer sur une de ces deux composantes fera donc varier le différentiel de consommation positivement ou négativement.

Si ce différentiel est négatif, il faudrait alors théoriquement réduire la pression de prélèvement en réduisant l' fréquence de distillation ou accentuer la capacité de renouvellement des arbres bois de chauffe en intensifiant les pratiques de plantation. La sous-partie suivante tentera de calculer l'effort de plantation idéal d'arbres bois de chauffe devant être réalisé par les paysans paysan distillateurs pour que ce différentiel reste équilibré.

Arbres bois de chauffe sur la parcelle : scénario de gestion idéale

Afin d'assurer la durabilité de la ressource bois de chauffe, il faudrait théoriquement que le volume de bois consommé pour la distillation soit inférieur à la capacité de renouvellement des arbres bois de chauffe. La fréquence de distillation est variable particulièrement comme nous l'avons vu en fonction du nombre de girofliers disponibles par paysan. Nous tenterons d'estimer dans cette partie le nombre d'arbres bois de chauffe devant être plantés par jeune giroflier planté pour assurer des ressources en bois de chauffe suffisantes pour toute la période d'exploitation du giroflier. La fluctuation des cours internationaux de l'essence de girofle influe également sur l' fréquence de distillation ; ne pas l'inclure dans les calculs est une erreur (cf partie 4.2.1). Les calculs suivants ont été effectués à titre indicatif. Les données calculées proviennent des dires d'agriculteur, des calculs volumiques effectués dans la partie 4.2 et de la littérature. La période d'exploitation d'un giroflier sur un cycle de vie complet est d'environ 70 ans. Ce sont alors en moyenne 1125 kg de branches qui seront récoltées par giroflier (Maistre, 1955). Cela représente 900 kg de feuilles distillées à l'alambic soit 3,5 distillations complètes ce qui équivaut à un besoin en bois de chauffe de 7,45m³.

Chaque espèce d'arbre est caractérisée par un accroissement volumique variable selon l'âge de l'arbre. Il existe un âge idéal de coupe pour lequel le gain volumique par an est maximum. La figure 34 présente le nombre d'arbre bois de chauffe devant être plantés pour chaque nouveau giroflier en fonction de l'âge de coupe de l'arbre bois de chauffe.

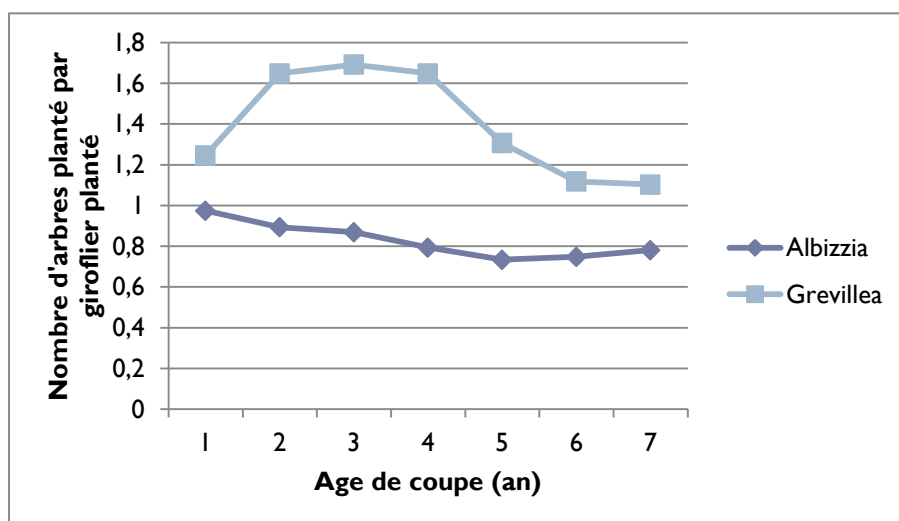


Figure 24 Nombre d'arbres de chauffes devant être idéalement plantés en fonction de l'âge de coupe de l'arbre bois de chauffe (Auteur, 2015)

La figure 34 nous montre qu'il serait idéal de couper l'*albizzia* et le *grevillea* à au moins 5 ans pour en tirer le meilleur volume de bois possible. Retenons un chiffre essentiel : pour 10 girofliers plantés, il faudrait que 8 à 12 arbres bois de chauffe selon l'espèce poussent simultanément pour être sûr de ne pas venir à manquer de bois de chauffe durant toute la période d'exploitation du giroflier. Il peut s'agir d'arbres issus d'une plantation effectuée par un

paysan ou d'arbres ayant poussé naturellement. En considérant que 40% du bois consommé à l'alambic peut provenir d'arbres fruitiers ou d'arbres bois de construction sans que cela ne nuise à leur durabilité, ce chiffre tombe de 5 à 9 arbres.

Ces chiffres ne sont pas à considérer comme des recommandations de gestion. Ils permettent uniquement d'avoir une idée de l'ordre de grandeur qui relie nombre de girofliers et nombre d'arbres bois de chauffe pour assurer la durabilité de la ressource bois de chauffe.

Discussion

Le but de cette étude est de déterminer si l'état actuel de la ressource bois de chauffe représente une menace pour le maintien de l'activité de distillation d'essence de girofle par le paysannat du district de Fénériver-Est. On estime le nombre d'alambics aujourd'hui en fonction dans le district à 1500 (*Sandratriniana, 2014*) qui consomment annuellement plus de 30 000 tonnes de bois. L'analyse des pratiques actuelles et passées ainsi que l'inventaire scientifique des ressources bois de chauffe sur pied a permis d'établir un premier état des lieux de la disponibilité en bois de chauffe pour la distillation des feuilles de girofle.

Cette étude vient en approfondissement des conclusions de Simanjuntak (2014) pointant le bois de chauffe comme ressource limitante à l'intensification de la filière essence de girofle. Notre étude a révélé que la disponibilité en feuilles de girofle conditionne le nombre de distillations annuelles effectuées par un paysan distillateur. La disponibilité en feuilles de girofle dépend du nombre de girofliers en propriété. L'étude sur la dynamique de plantation et replantation des girofliers de Leydet (2015) montre qu'une vague de renouvellement des girofliers a été initiée depuis le début des années 2000. Ceci est expliqué par deux facteurs : la hausse du cours international des produits du girofle et le vieillissement du parc giroflier encourageant les paysans à les renouveler à leur mort (*Leydet, 2015*). On peut penser que cette vague de renouvellement provoquera une augmentation de la disponibilité en feuilles de girofle dans les prochaines années, et donc de la fréquence de distillation.

Nous avons vu que la demande et le cours international de l'essence de girofle sont en hausse constante depuis quelques années comparativement à la demande en clou qui reste stable et contrôlée par la production indonésienne (*Gouzien, 2015*). Cela pourrait inciter les paysans à se tourner d'avantage vers la production d'essence au détriment du clou dans le futur.

En cas d'augmentation effective de la fréquence de distillation dans les prochaines années la diminution de la disponibilité en bois de chauffe observée depuis quelques années serait alors accentuée.

La plantation d'arbres bois de chauffe a été initiée par les paysans paysan distillateurs en réponse à la diminution de la disponibilité en bois de chauffe. L'effort de plantation n'est cependant pas toujours suffisant pour rééquilibrer le différentiel de consommation de bois de chauffe (*cf partie 4.1.3.5*). On peut alors craindre une augmentation des prélèvements de bois sur les arbres fruitiers ou les arbres bois de construction pour assurer le maintien de l'activité de distillation. Cette stratégie n'est pas durable dans la mesure où à force d'augmenter les prélèvements sur les arbres fruitiers ou de construction, cette ressource va elle aussi probablement être amenée à disparaître.

La diminution de la disponibilité du bois de chauffe se perçoit également à travers l'augmentation du prix du bois de chauffe. Gratuit au début des années 2000, le prix est aujourd'hui de 5000 Ar/m³ soit la même somme perçue par un paysan pour une journée de travaux agricoles. L'achat de bois est une bonne alternative pour le paysan distillateur si il n'a pas d'arbres bois de chauffe à couper sur sa parcelle et qu'il ne souhaite pas couper ses arbres fruitiers ou arbres bois de construction. Les acheteurs de bois de chauffe trouvent pour l'instant toujours un vendeur s'ils souhaitent acheter du bois. Le potentiel de développement du marché bois de chauffe existe appuyé par des prix tirés vers le haut par une demande supérieure à l'offre.

Cependant, aucun distillateur ne se dit prêt à faire de la vente du bois de chauffe une source de revenus principale.

Les ressources en bois de chauffe sont inégalement réparties parmi les propriétaires de parcelles agricoles : 40% des paysan distillateurs possèdent 80% des ressources bois de chauffe sur pied actuelles. 7% des propriétaires de parcelles possèdent un stock de bois très supérieur à 40 m³/ha soit 20 à 40 fois plus que les propriétaires de parcelles possédant très peu de bois. Les individus possédant un stock de bois très important ne vivent pas à la campagne et ne vendent donc pas leur bois car ils sont absents et ne s'occupent pas de la gestion de leur parcelle. Cela constituerait pourtant une opportunité de marché à la fois pour le vendeur dont le surplus de bois pourrait fournir des revenus complémentaires et pour l'acheteur qui trouverait du bois de chauffe à acheter à moindre difficulté.

La substitution de bois issu d'arbres bois de chauffe par du bois d'eucalyptus (initialement réservé à la construction) pour effectuer la distillation constitue une opportunité intéressante. Les petits plants d'eucalyptus traditionnellement plantés en pépinières sont plus résistants lorsqu'ils sont implantés en milieu hostile (sol pauvre, vents forts en haut des crêtes) que les jeunes pousses d'arbres bois de chauffe comme l'*albizzia* ou le *bonara*. La généralisation de l'utilisation de l'eucalyptus comme bois de chauffe principal pour la distillation présente des avantages certains, particulièrement en milieu peu fertile.

L'intégration de l'arbre bois de chauffe dans le système agricole des paysans se heurte à deux obstacles : ce n'est ni une culture de rente génératrice de devises ni une culture vivrière qui offre de quoi se nourrir. Le girofle et le riz auront toujours logiquement une place prépondérante dans la gestion du système agricole, reléguant l'arbre bois de chauffe en entité secondaire. Cette constatation est particulièrement vraie pour les paysan distillateurs les plus pauvres qui sont aussi ceux qui ont très peu de terres. C'est pourquoi aucun paysan distillateur ne se dit prêt à investir du temps et de l'argent pour intensifier la plantation d'arbres bois de chauffe sur sa parcelle.

C'est justement l'argument financier qui pourrait inciter les paysans à la plantation d'arbres bois de chauffe afin de garantir l'approvisionnement pour la distillation. Le groupe suisse Givaudan, créateur de parfums pour l'industrie chimique et agro-alimentaire a tenté d'intégrer ce paramètre dans sa stratégie d'approvisionnement en essence de girofle à Madagascar.

Le groupe a commencé en 2011 un projet de contractualisation avec des groupements de paysans dans la région de Soenirana-Ivongo (40 km au Nord de Fénérive). Les paysans adhérant à ce contrat s'engagent d'une part à produire une quantité annuelle fixée d'essence de girofle et d'autre part à planter un arbre par kilogramme d'essence livrée. Les arbres sont mis à disposition gratuitement par le groupe Givaudan. Ils sont issus d'une pépinière financée par le groupe qui à l'heure actuelle renferme 66 000 plants qui devront être plantés durant l'année 2015. Un système de primes a été mis en place pour inciter les paysans à s'engager avec le groupe : si à la fin de l'année le paysan a planté le nombre d'arbres correspondant à sa production, alors il touchera un bonus de 5% sur le prix de vente de son essence de girofle.

Le système de contractualisation par la prime à la plantation d'arbre bois de chauffe semble fonctionner dans le district de Soenirana-Ivongo : à l'heure actuelle, 34 groupements sont contractualisés avec le groupe suisse et le nombre de paysans souhaitant s'engager serait en constante augmentation.

C'est également par des considérations financières que la forêt de Tampolo, reliquat de forêt primaire d'une superficie de 675 ha au Nord de Fénérive, est aujourd'hui encore sur pied et préservé. Cette forêt est directement gérée par les communautés vivant aux alentours en collaboration avec les services forestiers malgaches et diverses instances régionales. La forêt

leur fournit du bois de chauffe, du bois de construction et des plantes médicinales. Elle bénéficie du statut d'aire protégée : les communautés qui en font bonne gestion reçoivent une prime si elles préservent le patrimoine forestier. Le versement de ces primes est rendu possible par l'appui financier de deux fondations américaines à but non lucratif. Cet exemple nous montre qu'il est possible de mettre en place un système de gestion communautaire qui respecte la durabilité des ressources forestières et qui permette de faire vivre les communautés environnantes. Faute de gestion communautaire raisonnée, la forêt primaire de Monpère présente jusqu'au début des années 1970 dans la commune de Vohipeno, 20 km de Fénérive vers l'intérieur des terres, a disparu. On peut penser que le statut d'aire protégée aurait permis à cette forêt de subsister jusqu'aujourd'hui, préservant ainsi richesse faunistique et floristique et garantissant un approvisionnement en bois durable aux communautés gestionnaires.

Nous avons vu à travers les exemples de Givaudan et de la forêt de Tampolo que les contreparties financières proposées aux paysans semblent être efficaces pour stimuler le renouvellement ou la préservation des ressources ligneuses. Il est donc possible de stimuler la production de bois de chauffe pour atténuer la diminution de la disponibilité en bois de chauffe. Il est cependant également envisageable de réduire la consommation de bois de chauffe pour la distillation afin d'atténuer cette diminution.

Les alambics utilisés actuellement pour la distillation sont très traditionnels : les matériaux de construction, le manque d'entretien et l'agencement général de l'alambic induisent une consommation d'énergie conséquente qui pourrait être réduite par l'amélioration de certains composants. Le CTHT (Centre Technique Horticole de Tamatave) en partenariat avec le CIRAD a mis au point des améliorations à apporter directement à l'alambic traditionnel déjà en place : création d'une double paroi sur la cuve, isolation du foyer avec des briques et réhaussement du condenseur.

Ces améliorations ont trois effets positifs : i) Augmentation du rendement d'essence produite de 5,5 à 6,5L, ii) Diminution du temps de distillation de 24H à 16H et iii) Réduction du volume de bois de chauffe consommé de 2,1 à 1,4 m³ soit 33%.

Le coût de l'amélioration des alambics traditionnels est de 800€ soit 2 400 000 Ar. L'étude de Tirel (2015) sur les stratégies des propriétaires d'alambics montre que 80% des propriétaires d'alambics ne se disent pas prêts à investir une telle somme pour améliorer leur alambic. L'avantage principal procuré par l'amélioration d'un alambic pour un propriétaire d'alambic est l'attrait des paysans paysan distillateurs dû au rendement en huile supérieur (Tirel, 2015).

Deux alambics améliorés ont été implantés depuis 1 an dans la commune d'Ambodimanga II sur financement du CTHT. Les paysans paysan distillateurs enquêtés dans les zones d'implantation de l'alambic amélioré ne se déclarent pour l'instant pas prêts à faire plus de distance pour se rendre à un alambic amélioré si un alambic traditionnel est plus proche (*Enquêtes personnelles, 2015*).

La généralisation de l'installation d'alambics améliorés dans le district de Fénérive-Est aurait un impact fort sur la diminution de la consommation en bois de chauffe du district : la consommation annuelle tomberait de 63 000 m³ de bois à 41 000m³, soit une économie de plus de 20 000 m³ de bois pour le district.

Cette solution est donc intéressante au vu de la diminution actuelle du volume de bois de chauffe disponible. Elle nécessite cependant un investissement financier important que les propriétaires d'alambics ne semblent pas en mesure de fournir à l'heure actuelle.

L'accès au bois de chauffe est le plus préoccupant pour les paysans paysan distillateurs possédant peu de girofliers (moins de 30) et dont les produits du girofle sont la source de revenus principale. Ce sont également ceux qui possèdent généralement le moins de surface

cultivable. Ils possèdent peu de bois de chauffe sur leur parcelle (inférieur à 5 m³/ha) mais ce sont eux qui distillent le plus pour pouvoir assurer leur revenu. Cette catégorie de paysan distillateurs est la plus touchée par la diminution de la disponibilité du bois de chauffe.

Biais et difficultés rencontrées lors de l'étude

Cette étude a fait ressortir une forte hétérogénéité des pratiques et des écosystèmes parmi les zones pourtant situées dans un périmètre commun de 20km. Or le bassin de production giroflier s'étend sur une longueur de plus de 500 km le long de la côte Est. Un exemple au sein de la région *Analanjirifo* : la pression démographique dans le district de Fénérive-Est est de 95 habitants/km² alors qu'elle n'est que de 36,6 habitants/km² en moyenne dans les 4 autres districts de la région. Nous avons vu que la pression foncière pourrait être un facteur conditionnant la répartition des espèces culturales et ligneuses sur la parcelle, Il est probable que les pratiques de gestion du bois de chauffe dans ces zones à faible densité de population soient différentes, on pourrait supposer que la disponibilité individuelle en bois de chauffe soit plus élevée. Rien n'indique que les résultats présentés dans le cadre de cette étude soient extrapolables à l'échelle du bassin de production giroflier le long de la côte Est malgache.

Au niveau de la méthodologie, les inventaires des espèces d'arbres présentes sur les parcelles agricoles n'ont pas été réalisés dans les conditions idéales ce qui a pu provoquer certaines imprécisions dans l'obtention des données. Il fut difficile d'aller inventorier des parcelles de paysans très pauvres : par manque de temps ou par peur, ces paysans ne souhaitaient pas nous montrer leur parcelle. L'échantillon de parcelles inventoriées n'est donc pas nécessairement significatif. Les calculs volumiques de la partie 3 ont été effectués dans le but d'avoir un aperçu de la tendance globale d'évolution de la disponibilité en bois de chauffe. Ces calculs sont basés sur beaucoup d'approximations et de moyenne par manque de temps d'avoir pu prospecter plus de données. Ils sont donc à consulter à titre indicatif, et non comme des valeurs volumiques sûres.

Conclusion

Cette étude a démontré à travers l'analyse des pratiques autour de la gestion du bois de chauffe et son utilisation pour la distillation de l'huile essentielle de girofle que la disponibilité en bois de chauffe est actuellement en diminution dans le district de Fénérive-Est. Ceci est expliqué par une capacité de renouvellement annuel de la ressource bois de chauffe inférieur à la quantité consommée pour la distillation d'essence.

Les revenus générés par la vente de l'essence de girofle permettent d'assurer la sécurité alimentaire du paysan distillateur lors des périodes de soudure. Dans la mesure où peu d'opportunités se présentent au paysan distillateur pour tirer ses revenus d'autres activités que la production de girofle (clous et essence) (*Fourcin, 2014*), c'est donc bien pour assurer ses revenus que le paysan distillateur est poussé à surexploiter la ressource bois de chauffe. Il est donc capital d'assurer la durabilité des intrants nécessaires à l'activité de distillation.

Il semble que le maintien de l'activité de distillation d'essence de girofle ne soit pas directement menacé dans un futur proche. En effet, les paysan distillateurs ont développé des techniques palliatives telles que la plantation d'arbres bois de chauffe ou la coupe d'arbres fruitiers ou d'arbres bois de construction initialement réservés à un autre usage pour compléter le bois consommé lors de la distillation.

Les chiffres des volumes exportés d'essence de girofle montrent une augmentation des quantités exportés de 1200 t au début des années 1990 à 2000 t en 2014 (*Gouzien, 2015*). Cette augmentation des volumes exportés n'est pas cependant pas due à une augmentation de la production individuelle à l'échelle du paysan distillateur mais plutôt à une expansion du bassin de production giroflier vers le Nord de Madagascar.

La disponibilité en feuilles de girofle limite pour l'instant la fréquence de distillation à en moyenne 3,5 distillations complètes par an soit 18 L d'essence produits annuellement. Une vague de renouvellement de la ressource en girofliers est en cours depuis le début des années 2000 motivée par l'augmentation des cours internationaux des produits du girofle (Leydet, 2015). Cela laisse présager une intensification de la pratique de distillation dans les prochaines années.

Des mesures compensatoires pourraient alors venir atténuer la diminution de la disponibilité en bois de chauffe. Les nouveaux modèles d'alambics améliorés élaborés par le CTHT permettent une diminution de 33% du volume de bois de chauffe consommé pour une distillation. Leur généralisation en remplacement des actuels alambics traditionnels réduirait la menace que représente la diminution de la disponibilité en bois de chauffe pour le maintien de la filière essence de girofle. Il reste à déterminer si le paysannat malgache est prêt accepter ces améliorations techniques et à investir pour le maintien d'une filière qui, à l'heure actuelle, n'est pas prioritaire dans la stratégie de gestion de leur exploitation agricole.

Références bibliographiques

- Andrianandrasana M., 2012. *Propagation of Grevillea banksii, an invasive exotic plant species: impacts on structure and functioning of mycorrhizal community associated with natives tree species in eastern part of Madagascar*. 6 p
- Boiteau P., 1999. *Dictionnaire des noms malgaches des végétaux*. Flore de Madagascar. Collection Nature. Tome I, II, III, IV.
- Briand C., 1996. *L'essence de feuille de girofle, précurseur de nombreuses molécules indispensables aux créateurs de parfums et d'arômes alimentaires*. Les Cahiers du CITE, 4: 61-62.
- Chauvet B., 1968. *Inventaire des espèces forestières introduites à Madagascar*. Ecole nationale supérieure agronomique, Antananarivo, Madagascar. 187 p.
- CRPF Limousin. Définition de l'inventaire forestier. Consulté le 12/10/2015 sur www.crpfr.fr
- Danthu P., Penot E., Mahafaka Ranoarison K., Rakotondravelo J.C., Michel-Dounias I., Michels T., Normand F., Razafimamonjison G., Fawbush F., Jahiel M., 2014. *Le giroflier à Madagascar : une « success story »... à l'avenir incertain*. Bois et forêts des tropiques, Novembre 2014. 35p.
- Demangel A. (2011). *Faisabilité de la mise en place d'une Indication Géographique sur le Clou de girofle à Madagascar*. Mémoire de Fin d'Études Ecole supérieure d'Agro-Développement International. 104p.
- Droy I., Rasolofo P., 2008. *Entre cyclones et marchés mondiaux : la vulnérabilité des ménages de la côte Est de Madagascar*. Document de travail, version provisoire.
- Duclos T., 2012. *Le girofle de Madagascar : l'exotisme par excellence !* Expression cosmétique, 13: 208-213.
- FIDA, 2012. *Programme de formation professionnelle et d'amélioration de la productivité agricole (FORMAPROD)*. Rapport de conception finale. Vol. I : Rapport principal.
- Fourcin C., 2014. *Contribution du giroflier à la sécurité alimentaire des ménages agricoles dans la région de Fénérive-Est, Madagascar. Modélisation économique et analyse prospective*. Mémoire de fin d'étude, Ingénieur agronome, option DARS, spécialité RESAD, Montpellier SupAgro. 151p.
- GERS. <http://gers-sociologie.fr/methodes/l-entretien-semi-directif/>. Consulté le 20/10/15
- Gouzien Q., Penot E., Jahiel M., Danthu P., 2015. *Le girofle : poids dans l'économie malgache et place de Madagascar dans le marché mondial*. Doc de travail AFS4FOOD.
- IFN, 2009. *Lexique forestier*. Consulté le 12/10/2015 sur www.inventaire-forestier.ign.fr
- Levasseur S., 2012. *Analyse des systèmes agricoles à base de girofliers à Sainte Marie, Madagascar : entre héritage colonial et innovations paysannes*, Mémoire de fin d'étude, RESAD. Montpellier, Institut des Régions Chaudes, 74 p.

- Leydet C., 2015. *Evaluation de la dynamique de plantation/replantation en girofliers par les petits producteurs malgaches*. Mémoire de fin d'études, Montpellier SupAgro. A paraître fin 2015.
- Lisan B., 2014. *Les plantes invasives à Madagascar*. Consulté le 23/10/2015 sur <http://www.doc-developpement-durable.org/documents-pedagogiques-de-sensibilisation/plantes-invasives-de-Madagascar.pdf>
- Lobietti M., 2013. *Analyse des systèmes girofliers à Fénérive-Est, Madagascar: dynamiques spatiales, trajectoires et stratégies paysannes*. Mémoire de fin d'étude, Ingénieure agronome, option DARS, spécialité RESAD, Montpellier SupAgro. 114 p.
- Maistre J., 1955. *Le giroflier à Madagascar et Zanzibar*. L'Agronomie tropicale, 10: pp 413-448.
- Maistre J., 1964. *Le clou de Girofle*. Les plantes à épices. G.-P. Maisonneuve & Larose Editeur, Paris : pp 77-124.
- Panco M., 2013. *Analyse des savoirs et savoir-faire paysans sur la gestion des systèmes de culture à base de girofle dans le district de Fénérive-Est, Madagascar*. Mémoire de fin d'études, Ingénieur agronome, spécialité RESAD, Montpellier Supagro.
- Ranoarisoan, 2012. *Evolution historique et état des lieux de la filière girofle à Madagascar*. Document de travail de synthèse. 106 p.
- Ratsirarson J., 1998. *Inventaire biologique de la forêt littorale de Tampolo*. Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique, Antananarivo, Madagascar.
- Razafimamonjison G., Jahiel M., Duclos T., Ramanoelina P., Fawbush F., Danthu P., 2014. *Bud, leaf and stem essential oil composition of Syzigium aromaticum from Madagascar, Indonesia and Zanzibar*. International Journal of Basics and Applied Sciences, 3: pp 224-233
- R.O.R. (Réseau des Observatoires Ruraux de Madagascar), 2012. *CAHIER DU ROR Numéro 11, campagne 2011 2012*, 61p.
- Sandratriaina R.R. 2014. *Etudes des Facteurs de Variation du Rendement et de la Composition Chimique au Niveau des Distilleries Artisanales*. Mémoire de Fin d'Études Université d'Antananarivo, option Industries Agricoles et Alimentaires. 150p.
- Simanjuntak R., 2014. *Analyse technico-économique de la filière amont de production d'essence de girofle à Fénérive-Est, Madagascar : de la feuille à l'alambic*. Mémoire de fin d'étude, Ingénieur Agronome, parcours HORTIMET, Montpellier Supagro.
- Tassin J., Bellefontaine R., Roger E., Kull C., 2009. *Evaluation préliminaire des risques d'invasion par les essences forestières de Madagascar*. Bois et forêts des tropiques, n°299, p. 27-36.
- Tiollier M., 2012. *L'implantation de la culture du giroflier à Madagascar*. Rapport de recherches d'archives et bibliographiques, 43 p.
- Tirel M., 2015. *Enquête sur la production d'huile essentielle de girofle : le point de vue des propriétaires d'alambics dans la région de Fénérive-est*. Rapport technique de stage d'assistant ingénieur, ISA Lille. A paraître fin 2015.
- Tourneur M., 1947. *Épices et aromates*. In *Madagascar et Réunion*. Tome premier. Encyclopédie de l'Empire français, Paris : pp 310-327.
- Schneider, E., Thierry, B., 2007. *Filière girofle (clou), région Analanjirofo*.